
सत्यमेव जयते

Band XXIV 1942

# ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENZÜCHTUNG

ORGAN DES FORSCHUNGSDIENSTES UND DES REICHSVERBANDES DER DEUTSCHEN PFLANZENZUCHTBETRIEBE

unter Mitwirkung des

**Kaiser Wilhelm-Instituts für Züchtungsforschung in Müncheberg Erwin Baur-Institut**

in Verbindung mit

**L. Kießling †** München  **H. Nilsson-Ehle** Svalöf

herausgegeben von

**Th. Roemer** Halle a. S.  **W. Rudorf** Müncheberg  **E. v. Tschermak** Wien

redigiert von

**B. Husfeld** Berlin

Mit 71 Abbildungen



VERLAG VON PAUL PAREY IN BERLIN

HEDEMANNSTRASSE

Originalarbeiten

# Studien über die Backfähigkeit von Roggensorten*)

Von

**Paul Pelshenke**



## A. Einleitung

Die Backfähigkeit des Roggens ist bisher wenig behandelt worden. Gegenüber den großen Fortschritten, die hinsichtlich der Prüfung und Verbesserung der Backqualität auf züchterischem Wege bei Weizen in den letzten Jahrzehnten gemacht worden sind, wurden die Probleme über die Backqualität des Roggens bisher kaum bearbeitet und geklärt. Wenn auch die Welternte an Weizen etwa 5 mal so hoch ist als an Roggen, so spielt doch der Roggen in der Broternährung in einigen europäischen Ländern eine sehr große Rolle. Beispielsweise in Deutschland, Dänemark, Rußland, Finnland, im ehemaligen Polen und in Schweden ist der Anteil des Roggenbrotes in der Brotnahrung sehr erheblich. In längeren Zeiträumen betrachtet, geht jedoch der Roggenbrotverzehr sehr stark zurück. So ist er z. B. vor etwa 200 Jahren in England und Frankreich verschwunden, in Norwegen sank er in den letzten 50 Jahren auf ein Drittel zurück und auch in Deutschland ist er ständig im Abnehmen. Die Entwicklung des Brotverzehrs ist in Deutschland dadurch gekennzeichnet, daß in den letzten 100 Jahren der Brotverzehr von rund 250 kg je Kopf und Jahr nach den Angaben von Kraft (52) auf nunmehr rund 100 kg — als Großbrot gerechnet — abgesunken ist. Die Statistik weist aus, daß dieser verminderte Brotverbrauch vornehmlich auf einen geringeren Roggenbrotverzehr zurückzuführen ist. Wenn auch diese Entwicklung durch Zeiten mit niedrigerem Lebensstandard aufgehalten worden ist, so zeigt sie sich doch grundsätzlich bis in die letzte Zeit hinein. Nach Erhebungen des Instituts für Bäckerei in rund

*) H 3

25000 Bäckereibetrieben ergab sich in den letzten Jahren folgende Statistik hinsichtlich des Brotverbrauchs in Großdeutschland bei den verschiedenen Großbrotsorten.

Tabelle 1
Verbrauch der einzelnen Brotsorten in Deutschland in Prozenten

| | 1936 | 1937 | 1938 |
|---|---|---|---|
| Roggenbrot Type R . . . . . . | 52 | 45 | 40 |
| Mischbrot „ RM, WM . . . | 32 | 42 | 45 |
| Schrotbrot „ S . . . . . . . | 13 | 9 | 12 |
| Weizenbrot „ W . . . . . . | 3 | 4 | 3 |

Es zeigt sich aus dieser Tabelle, daß der Verbrauch an Mischbrot, das zu durchschnittlich 40% aus Weizenmehl besteht, sehr stark zugenommen hat und zwar auf Kosten des reinen Roggenbrotes. Es muß dabei festgestellt werden, daß grundsätzlich keine Abwendung der Bevölkerung vom Roggenbrot besteht. In diesem Zusammenhang spielen vielmehr der höhere Lebensstandard und die besseren Absatz- und Transportmöglichkeiten für das Brot eine große Rolle. Weizen- oder Mischbrot, das infolge Altbackenwerdens rasch verzehrt werden muß, kann nunmehr frischer und rascher zum Verbraucher gelangen als es früher der Fall war. Es kommt weiter hinzu, daß die Formen der Beköstigung sich sehr geändert haben und daß dadurch insgesamt ein verminderter Brotverbrauch entsteht. Immer aber ist ein Rückgang des Brotverzehrs auf Kosten des Roggenbrotes erfolgt, so daß in Deutschland gegenüber der Vorkriegszeit 34% weniger Brot im Durchschnitt der letzten Jahre gegessen worden ist (52).

Demgegenüber hat die nationalsozialistische Gesundheitsführung die Forderung erhoben, daß das Brot wieder die Hauptnahrung werde und daß der Brotverzehr je Kopf und Jahr wieder 200 kg betragen sollte. Zur Erfüllung dieser Forderung muß gerade dem Roggenbrot wieder eine besondere Bedeutung zukommen, besonders deshalb, weil die Roggenerzeugung gegenüber der Weizenernte in Deutschland erheblich überwiegt und weil ein Absinken des Roggenbrotverbrauchs auf Kosten des Verzehrs an Weizenbrot eine Verminderung unserer Nahrungssicherheit bedeuten würde.

Es besteht auch auf Grund vieler ernährungsphysiologischer Arbeiten kein wesentlicher Unterschied zwischen der Ausnutzung des Roggens und des Weizens. R. O. Neumann (81) fand in seinen vergleichenden Untersuchungen über die Ausnutzung der Weizen- und Roggennahrung folgende Ausnutzungskoeffizienten. Bei einer 70prozent. Ausmahlung des Mehles war die Ausnutzung bei Weizen 95,4, die des Roggens 93,3. Bei allen übrigen Ausmahlungsgraden ergaben sich zwischen Roggen und Weizen ebenfalls nur geringe und praktisch unbedeutende Unterschiede.

Es kommt weiter hinzu, daß das Roggenbrot gegenüber dem Weizenbrot gewisse Vorzüge aufweist, die vor allen Dingen in einer besseren Frischhaltung liegen, Weizenbrot wird etwa 3 mal so rasch altbacken, wenn man Brote aus Mehlen gleichen Ausmahlungsgrades vergleicht. Das Roggenbrot besitzt weiterhin einen besonders würzigen kernigen Eigengeschmack, während das Weizenbrot verhältnismäßig neutral im Geschmack ist. Es lassen sich schon auf Grund des unterschiedlichen Herstellungsverfahrens bei Roggenbrot wesentlich mehr Geschmacksrichtungen erzielen, so daß auch das Roggenbrot außerordentlich viel Abwechslungen in der Nahrung bietet, was beim Weizenbrot nicht im gleichen Maße der Fall ist. Auf Grund seiner appetitanregenden Eigenschaften kann man große Mengen an Roggenbrot verzehren, ohne dabei eine Abneigung gegen den Brotverzehr

zu empfinden. Roggenbrot sättigt weiterhin stärker und hat wegen seines Säuregehaltes einen anregenden Einfluß auf die Verdauung.

Technisch gesehen erfordert jedoch das Verbacken von Roggenmehl größere Kenntnisse und besondere Sorgfalt und zwar deshalb, weil Roggenteige sich mit Hefe allein entweder überhaupt nicht oder nur in geringem Umfang lockern lassen, sondern nur durch die Sauerteiggärung. Weiterhin sind die Ausbeuten an Brotmenge und Brotvolumen beim Roggenbrot durchschnittlich geringer.

Für die Erfüllung der Forderung der Gesundheitsführung nach erhöhtem Brotverzehr, die im übrigen ohne weiteres möglich ist, da in vielen Bevölkerungsschichten der geforderte Brotverbrauch — und zwar sowohl in der Stadt als auch auf dem Lande — erreicht wird, sind vornehmlich folgende Aufgaben zu lösen:

1. Verbesserung der Roggenbrotbeschaffenheit,
2. Hebung der Qualität von Roggen und Roggenmehl,
3. Werbung für Roggenbrot.

Die Werbung für Roggenbrot ist auf dem Wege über Roggenvollkornbrot auf Veranlassung der Reichsgesundheitsführung durch den Reichsvollkornbrotausschuß in die Wege geleitet. Hand in Hand damit werden die Brotqualitäten durch zusätzliche Schulungen des Backgewerbes und durch regelmäßige Qualitätsprüfungen und Verteilung von Gütemarken verbessert. Darüber hinaus aber muß auch die Beschaffenheit der Roggenernte und des Roggenmehles durch verschiedene Maßnahmen gesteigert werden. Die Verwertung eines größeren Anteils unserer Roggenernte für die Herstellung von Vollkornbrot stellt an die Beschaffenheit des Brotgetreides und des Mehles besonders hohe Anforderungen. Mängel in der Beschaffenheit wirken sich bei der Verarbeitung von Schrot in wesentlich stärkerem Maße aus als bei dem Verbacken von Mehl.

Aus diesem Gesichtspunkt heraus sollen daher in der folgenden Arbeit die Backfähigkeit unserer Roggensorten und die Möglichkeiten ihrer Verbesserung untersucht werden. Gegenüber den umfangreichen Qualitätsprüfungen bei Weizensorten in bezug auf Backfähigkeit, die in den letzten 15 Jahren an verschiedenen Stellen durchgeführt worden sind und die zu einer Klärung des Begriffs Backfähigkeit für den Züchter und zur Entwicklung einfacher Untersuchungsmethoden für die Prüfung der Zuchtstämme führten, ist festzustellen, daß unsere Roggensorten bisher in bezug auf Backqualität überhaupt nicht untersucht worden sind.

Diese Arbeit setzt sich weiterhin zur Aufgabe, dem Roggenzüchter Richtlinien für die Verbesserung der Roggenqualität zu geben und damit gleichzeitig die Zuchtziele für die Roggenqualitätszüchtung auszuarbeiten.

Es soll ferner geprüft werden, wieweit die einzelnen Eigenschaften des Roggenkornes, soweit sie für die Backfähigkeit maßgeblich sind, durch äußere Einflüsse verändert werden und wieweit sie erblich bedingt sind.

Schließlich will diese Arbeit einen Beitrag zu der Frage liefern, inwieweit die in den letzten Jahren für die Überprüfung der Roggenbackfähigkeit entwickelten Methoden für die Züchtung Anwendung finden können und ob sie genügend Zuverlässigkeit besitzen.

In einer großen Zahl von Korrelationen, die durchgerechnet wurden, ist überprüft worden, in welchem Maße Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Faktoren der Backfähigkeit bei Roggen existieren.

## B. Untersuchungsmaterial

Das dieser Arbeit zugrunde liegende Untersuchungsmaterial entstammt Landessortenversuchen des Reichsnährstandes, über die vom Reichsnährstand ein eingehender Bericht vorliegt (93 u. 94). Bezüglich der Umweltbedingungen bei diesen Anbauversuchen und der anbautechnischen Fragen über die einzelnen Sorten sei auf diesen Bericht verwiesen.

In der folgenden Tabelle sind die verschiedenen Anbauorte, von denen die Versuchsproben stammen, aufgeführt.

Tabelle 2

Anbausorte der untersuchten Roggenproben

Bayern:
- Regensburg
- Würzburg
- Freising

Hannover-Braunschweig:
- Celle
- Burgdorf
- Hannover
- Winsen

Ostpreußen:
- Heiligenbeil
- Pr. Holland
- Treuburg
- Braunsberg
- Mohrungen

Pommern:
- Köslin
- Freienwalde

Rheinland:
- Bonn

Sachsen:
- Wildenau

Schlesien:
- Ohlau-Baumgarten

Hessen-Nassau:
- Grünberg
- Kassel-Harleshausen

Kurmark:
- Petkus
- Landsberg

Mecklenburg:
- Röbel

Schleswig-Holstein:
- Kiel
- Flensburg
- Neumünster

Thüringen:
- Weimar

Westfalen:
- Altenhundem

Württemberg:
- Ellwangen
- Calw
- Biberach (Riss)
- Stuttgart

Es gelangten in den Landessortenversuchen sämtliche Roggensorten bis auf Schickerts Pfälzer zum Anbau, so daß es möglich wurde, ein umfassendes Bild über die Backfähigkeit der deutschen Roggensorten zu gewinnen. In der Tabelle 3 sind die in der Reichssortenliste enthaltenen und in dieser Arbeit untersuchten Roggensorten aufgeführt.

Tabelle 3

Geprüfte Roggensorten

Gruppe I (allgemein zugelassen)

| Sorte | Züchter |
|---|---|
| Deutscher Ring-Roggen | Ring „Deutscher Ringroggen", Ringobmann: Otto Breustedt G. m. b. H., Schladen (Harz) |
| Petkuser | von Lochow - Petkus G. m. b. H., F., Berlin NW 87 Brückenallee 4 |

Gruppe II (bedingt zugelassen)

| Sorte | Züchter |
|---|---|
| Döhlauer | Dr. Carl von Rose, Saatzuchtwirtschaft, Döhlau über Osterode/Ostpr. |
| Jaegers norddt. Champagner | Könkendorfer Saatzuchtwirtschaft G. m. b. H., Petkus, Luckenwalde-Land/Brandenburg |
| Karlshulder Roggen | Moorwirtschaftsstelle, Karlshuld/Bayern |
| Nordost | „Nordost", Ostpreußische Saatzucht-Gesellschaft m. b. H., Königsberg (Pr), Lisztstr. 4 |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | Nordostbayerischer Saatbauverband G. m. b. H., Sitz Marktredwitz, München, Türkenstr. 16 |
| Pirnaer | Paul Rockmann, Saatzuchtwirtschaft, Lohmen/Sa. |
| Probsteier | Zucht- und Verkaufsgenossenschaft für Probsteier Saatkorn e. G. m. b. H., Krokau über Schönberg/Holst. |
| Brandts Marien | Wilhelm Brandt, Saatzuchtwirtschaft Toitenwinkel über Gehlsdorf/Mecklbg. |
| Carstens | R. Carsten, Saatzuchtwirtschaft, Bad Schwartau bei Lübeck |
| Petkuser Kurzstroh | F. von Lochow-Petkus G. m. b. H., Berlin NW 87, Brückenallee 4 |
| Heßdorfer Johannisroggen | Robert Sachs, Saatzuchtwirtschaft, Heßdorf, Gemünden (Main) Land, Bayern |
| Ostmärkische Sorte | |
| Schlägler Roggen | Stift Schlägl, Post Aigen, Oberdonau |

Die ostmärkische Sorte Schlägler Roggen, die ebenfalls in den Anbauversuchen stand, gelangte auch zur Prüfung. Zum Vergleich sind weiterhin 7 ausländische Roggensorten herangezogen worden. Die Proben wurden so ausgewählt, daß aus sämtlichen Klimabezirken Material vorlag, und infolge der großen Zahl der Anbauorte und der verschiedenartigen Boden- und Witterungsverhältnisse in den einzelnen Anbaubezirken ist es möglich, aus diesem Material sichere Schlüsse zu ziehen. Einschließlich der ausländischen Sorten sind 174 Proben geprüft.

Um die Verkleisterungscharakteristik von Roggen und Weizen einander gegenüber stellen zu können und um gleichzeitig die Frage zu prüfen, ob die Stärke, die sich für die Ausbildung der Roggenbackfähigkeit als sehr maßgeblich erweist, auch bei Weizen eine Rolle spielt, sind fernerhin von 93 Weizenproben, die ebenfalls aus Anbauversuchen des Reichsnährstandes stammen, Stärkeuntersuchungen und in Verbindung damit die verschiedensten backtechnischen Daten ermittelt worden. Es handelt sich hier um Weizenproben von 4 Anbauarten und zwar um Winterweizen.

Das gesamte Untersuchungsmaterial wurde einheitlich vermahlen und zwar auf einen Ausmahlungsgrad von 75%. In der gleichen Weise wie bei den amtlichen Sortenprüfungen des Reichsnährstandes sind die Weizenproben auf 65% ausgemahlen worden.

Insgesamt bilden

155 Eiweißbestimmungen,
780 Zuckeruntersuchungen (Maltose, Glucose, Rohmaltose, Maltosezahl bei 27 u. 62° C),
468 Molinzahlen,
778 Einzelergebnisse des Amylogramms und
305 backtechnische Zahlen

die Grundlage dieser Arbeit. Die Untersuchungsergebnisse sind nach der Korrelationsmethode von Holdefleiß (Rangmethode) (112 b) verarbeitet worden. Nach Untersuchungen von Behrens (7) besitzt die Rangmethode gegenüber dem Bravaisschen Korrelationskoeffizienten Vorzüge, besonders dann, wenn zwischen den Variablen kein linearer Zusammenhang besteht, was bei der Überprüfung biologischer Eigenschaften meistens der Fall ist. Die Korrelationsrechnungen sind einmal nach Sorten durchgeführt worden, und zwar wurden 4 Roggensorten herangezogen, von denen eine genügend große Zahl von Proben vorlag, und daneben ist die Gesamtkorrelation von sämtlichen Proben für die verschiedenen Eigenschaften festgestellt worden. Es wurden insgesamt 66 Einzelkorrelationen überprüft.

## C. Untersuchungsergebnisse

Im Hinblick darauf, daß bereits ein sehr umfangreiches Untersuchungsmaterial bei Roggen über die äußeren Eigenschaften, Kornfarbe, Kornform, Tausendkorngewicht, Hektolitergewicht, Glasigkeit, spezifisches Gewicht usw. vorliegt, ist darauf verzichtet worden, von sämtlichen Roggenproben diese Untersuchungen durchzuführen. Vielmehr wurde eine Beschränkung auf die rein backtechnischen Eigenschaften des Roggenkornes vorgezogen. Die Ergebnisse bei Weizen deuten darauf hin, daß keinerlei Korrelation zwischen den inneren und äußeren Eigenschaften besteht. Das vorliegende Material bezüglich Kornfarbe und Verarbeitungswert (5, 25, 29, 32, 41, 47, 65, 91, 92, 101, 128, 129, 130) läßt keinerlei einheitliche Schlüsse zu. Roemer (97) weist darauf hin, daß den Korrelationen dieser Art wenig Bedeutung zuzumessen ist. Die Bedeutung der Kornfarbe ist auch in den meisten Fällen durchaus eine Hypothese. Dort, wo tatsächlich experimentelle Belege vorliegen, kommen die verschiedenartigsten Schlußfolgerungen zustande. Es soll in diesem Zusammenhang nur auf die Beziehung Kornfarbe und Mehlausbeute hingewiesen werden. Brückner (15) schließt aus seinen Versuchsergebnissen, daß grüne Körner eine höhere Mehlausbeute liefern als gelbe, während Antropov (1) zeigt, daß grüne Körner eine geringere Mehlausbeute bedingen. Es ist schwer einzusehen, daß die äußeren Eigenschaften wertvolle und für den praktischen Züchter wichtige Hinweise für die inneren Eigenschaften bei der Auslese geben. Bei den geprüften Roggenproben sind einige Extreme für innere und äußere Kornqualität einander gegenüber gestellt worden. Es konnten dabei alle Übergänge festgestellt werden. Auf die Mitteilung der Einzelergebnisse sei hier wegen der völlig negativen Befunde verzichtet. So weit die äußeren Eigenschaften für die Kennzeichnung der Roggensorten in Frage kommen, sei auf die Arbeiten von Antropov (1), Brückner (15), Buhl (16), Klemt (48) und Kleinau (47) hingewiesen.

Hier sollen lediglich folgende Eigenschaften besprochen werden:

1. Eiweißmenge,
2. Gehalt an Glucose,
3. Gehalt an Maltose,
4. Gehalt an Rohmaltose,
5. Maltosezahl bei 27 und 62° C,
6. Molinzahl,
7. Stärkeeigenschaften,
8. Backergebnisse.

Die benutzten Untersuchungsmethoden sind jeweils bei der Besprechung der einzelnen Eigenschaften aufgeführt. Es sei hier noch besonders darauf aufmerksam gemacht, daß sämtliche Roggen- und Roggenmehlproben zur

gleichen Zeit geprüft sind, was besonders für die enzymatischen Untersuchungen und für die Verkleisterungscharakteristik der Stärke bei derartigen Prüfungen von großer Bedeutung ist.

Soweit es sich um analytische Daten handelt, sind sie am Korn ermittelt worden, um damit die Fehler auszuschalten, die bei den Mahlversuchen durch ungleichmäßige Ausbeuteziffern der Mehle unvermeidlich sind.

## 1. Eiweißgehalt der deutschen Roggensorten

In methodischer Hinsicht ist zu bemerken, daß bei der Eiweißbestimmung nach Kjeldahl der Aufschluß mit konzentrierter Schwefelsäure und Selenreaktionsgemisch erfolgte. In Anlehnung an die Vereinheitlichung der Untersuchungsmethoden auf agrikulturchemischem Gebiet wurde als Eiweißfaktor 6,25 gewählt.

In Tabelle 4 sind der durchschnittliche Eiweißgehalt sowie der niedrigste und höchste Wert der gefunden wurde, zusammengestellt.

Tabelle 4
Eiweißgehalt in Prozenten (geordnet nach Roggensorten)

| Sorte | Mittelwert | Niedrigster | Höchster | Rangordnung des Mittelwertes |
|---|---|---|---|---|
| | | Eiweißgehalt | | |
| Petkuser | 9,7 | 7,3 | 12,1 | 4 |
| Deutscher Ring-Roggen | 9,7 | 7,6 | 12,0 | 5 |
| Petkuser Kurzstroh | 8,4 | 7,4 | 9,5 | 11 |
| Döhlauer | 8,7 | 7,8 | 9,7 | 10 |
| Jaegers norddeutscher Champagner | 9,9 | 8,4 | 11,2 | 3 |
| Nordost | 8,9 | 7,8 | 11,6 | 9 |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | 10,2 | 9,6 | 11,1 | 2 |
| Probsteier | 9,6 | 9,2 | 9,8 | 6 |
| Brandts Marien | 9,4 | 7,6 | 12,6 | 7 |
| Carstens | 9,0 | 8,1 | 10,0 | 8 |
| Heßdorfer Johannisroggen | 12,1 | 11,5 | 12,8 | 1 |
| Sortenmittel | 9,4 | — | — | — |
| Ausländische Sorten | 8,3 | 6,9 | 10,6 | — |

Es ergibt sich aus diesen Untersuchungen ein Sortenmittel von 9,4. Als eiweißreich sind folgende Sorten zu bezeichnen: 1. Heßdorfer Johannisroggen, 2. Meußelsdorfer Fichtelgebirgs, 3. Jaegers norddeutscher Champagner, 4. Petkuser Winterroggen, 5. Ring-Roggen. Petkuser Kurzstrohroggen ist dem Normalroggen deutlich im Eiweißgehalt unterlegen, und zwar beträgt seine Eiweißmenge im Durchschnitt 1,3% weniger. Bei den vielen Versuchen, in denen Petkuser Normal- und Kurzstrohroggen im Vergleich standen, läßt sich dieser Unterschied im Proteingehalt unbedingt als gesichert betrachten. Eiweißarme Roggensorten sind neben Petkuser Kurzstroh Döhlauer und Nordost.

Hohe Eiweißwerte wurden fernerhin bei der Sorte Heßdorfer gefunden. In den Mittelwerten ergaben sich Schwankungen bei den einzelnen Sorten zwischen 8,4 und 12,1%, während der niedrigste Eiweißgehalt, der ermittelt wurde 7,3 und der höchste 12,8% betrug.

Setzt man die gefundenen Durchschnittswerte der Sorten in Vergleich zu den Proteinzahlen, die auf Grund umfangreicher Ernteuntersuchungen im Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle bei Weizen ermittelt wurden und die im Durchschnitt mehrerer Erntejahre 12% betragen, so zeigt sich, daß die Roggensorten im Durchschnitt rund 2½%

Tabelle 5

Eiweißgehalt in Prozenten (geordnet nach Anbauorten)

| Anbauort | Mittelwert | Niedrigster Eiweißgehalt | Höchster Eiweißgehalt | Rangordnung des Mittelwertes |
|---|---|---|---|---|
| **Bayern:** | | | | |
| Regensburg | 10,9 | 10,2 | 12,3 | 2 |
| Würzburg | 9,8 | 7,6 | 10,8 | 13 |
| Freising | 10,7 | 10,2 | 11,2 | 9 |
| **Hannover-Braunschweig:** | | | | |
| Celle | 10,9 | 8,3 | 12,8 | 1 |
| Burgdorf | 9,1 | 8,6 | 10,3 | 19 |
| — Hannover | 10,8 | 10,3 | 11,6 | 6 |
| Winsen | 9,6 | 8,6 | 10,7 | 16 |
| **Hessen-Nassau:** | | | | |
| Grünberg | 9,9 | 9,2 | 10,3 | 20 |
| **Kurhessen:** | | | | |
| Kassel-Harleshausen | 8,5 | 9,1 | 10,8 | 14 |
| **Kurmark:** | | | | |
| Petkus | 10,0 | 8,4 | 11,3 | 8 |
| Landsberg | 8,6 | 7,3 | 11,1 | 11 |
| **Mecklenburg:** | | | | |
| Röbel | 9,2 | 8,5 | 9,8 | 25 |
| **Ostpreußen:** | | | | |
| Heiligenbeil | 8,9 | 8,4 | 9,9 | 24 |
| Pr. Holland | 10,2 | 9,2 | 11,6 | 5 |
| Treuburg | 9,8 | 8,5 | 11,8 | 4 |
| Braunsberg | 8,7 | 7,8 | 10,1 | 22 |
| **Pommern:** | | | | |
| Köslin | 7,7 | 7,3 | 8,3 | 29 |
| Freienwalde | 7,9 | 7,6 | 8,1 | 30 |
| **Rheinland:** | | | | |
| Bonn | 10,4 | 9,8 | 10,8 | 15 |
| **Sachsen:** | | | | |
| Wildenau | 8,9 | 7,4 | 9,7 | 27 |
| **Schlesien:** | | | | |
| Ohlau-Baumgarten | 8,8 | 7,7 | 11,5 | 7 |
| **Schleswig-Holstein:** | | | | |
| Kiel | 9,0 | 8,3 | 9,4 | 28 |
| Flensburg | 9,1 | 8,6 | 10,0 | 23 |
| Neumünster | 9,5 | 9,1 | 10,3 | 18 |
| **Thüringen:** | | | | |
| Weimar | 9,1 | 9,0 | 9,6 | 26 |
| **Westfalen:** | | | | |
| Altenhundem | 9,7 | 9,3 | 10,1 | 21 |
| **Württemberg:** | | | | |
| Ellwangen | 10,5 | 9,3 | 11,0 | 12 |
| Calw | 10,1 | 9,6 | 10,5 | 17 |
| Biberach | 10,3 | 9,8 | 11,2 | 10 |
| Stuttgart | 10,8 | 9,3 | 12,1 | 3 |
| Mittelwert sämtlicher Anbauorte | 9,4 | — | — | — |

weniger Eiweiß haben als der Weizen. Es wurde ferner bei den Weizensorten in den Mittelwerten eine Schwankungsbreite von 11,6 bis 14,1 % festgestellt. Daraus läßt sich schließen, daß also die Roggensorten in bezug auf Eiweißgehalt die gleiche Variabilität aufweisen wie die Weizensorten.

In Tabelle 5 ist der Eiweißgehalt, der durchschnittlich bei den 30 Anbauorten gefunden wurde, dargestellt.

Der Mittelwert des Eiweißgehaltes bei den Anbauorten schwankte zwischen 7,7 und 10,9. Es ist also zu folgern, daß der Schwankungsbereich, der durch die Umwelt bedingt wird, geringer ist als der Schwankungsbereich bei den Sorten. Die großen Unterschiede bei den Roggensorten deuten darauf hin, daß der Eiweißgehalt, wie dies auf Grund der vielen Erfahrungen beim Weizen ohne weiteres einleuchtet, in starkem Maße auch durch die Sorte bedingt ist. Ebenso wie bei Weizen die Steigerung des Eiweißgehaltes auf züchterischem Wege möglich ist, wird dies auch bei Roggen geschehen können. Auf die besondere Rolle, die das Eiweiß in bezug auf Backfähigkeit spielt, soll später eingegangen werden.

In der Literatur werden für ausländische Roggensorten teilweise sehr hohe Eiweißzahlen angegeben. So berichtet z. B. Ruschmann (101) von einem Eiweißgehalt von 17 % bei einer russischen Roggenprobe. Die umfangreichsten Untersuchungsergebnisse über den Eiweißgehalt ausländischer Roggensorten finden sich bei Schulerud (118), der für die ausländischen Sorten folgende Durchschnittswerte angibt.

Tabelle 6
Eiweißgehalt ausländischer Roggensorten

| | Mittelwert | Niedrigster | Höchster |
|---|---|---|---|
| | | Eiweißgehalt | |
| Argentinischer Roggen . . . . . | 12.9 | 11,6 | 14.2 |
| Kanadischer Roggen . . . . . . | 11.6 | 11.3 | 12,0 |
| Russischer Roggen (Schwarzes Meer) | 11.2 | 10.2 | 12.9 |
| Russischer Roggen (Leningrad) . . | 9,9 | 9.0 | 10,7 |
| Baltischer Roggen . . . . . . . | 8.0 | 7,4 | 9.0 |
| Schwedischer Roggen . . . . . | 7,7 | 7,1 | 8,1 |

Die in Verbindung mit dieser Arbeit geprüften ausländischen Sorten ergaben einen durchschnittlichen Eiweißgehalt von 8,3 und einen Schwankungsbereich von 6,9 bis 10,6.

Trotzdem der Eiweißgehalt des Roggens von der Witterung, der Düngung, von Krankheiten, von der Bodenart und — wie besonders die Untersuchungen von Forgwer (27) erwiesen haben — von der Reifezeit abhängig ist, muß die Züchtung eines eiweißreichen Roggens durchaus ein erstrebenswertes Zuchtziel der Roggenzüchtung sein, zumal das Eiweiß beim Roggen zwar nicht in gleichem Maße wichtig ist wie bei Weizen, aber dennoch eine bedeutende Rolle für die Backqualität des Roggens spielt, wie später noch eingehender auszuführen sein wird. Die von Brückner (15) getroffene Feststellung, daß die Mehlasche durch hohen Proteingehalt des Kornes hoch getrieben wird, kann für die Züchtung kein Hinderungsgrund sein, eiweißreiche Stämme zu bevorzugen, zumal der Mehlasche ernährungsphysiologisch gesehen die umgekehrte Bedeutung zukommt, die man ihr bei der müllerischen Beurteilung der Mehle bei der Typisierung zuspricht.

## 2. Stärkeabbauende Enzyme der deutschen Roggensorten

Für die Gärfähigkeit eines Mehles spielt sein Gehalt an Enzymen und direkt vergärbaren Zuckern eine große Rolle. Diese sind in sehr hohem Maße in der Roggenbäckerei notwendig, da bei Verarbeitung des Roggenmehles mit Hilfe der Sauerteigführung, während der die Säure und Gase entwickelnden Bakterien und Hefen erst herangezüchtet werden müssen, eine große Menge an direkt vergärbarer Substanz erforderlich ist. Die Mengen an löslichen Kohlehydraten, die für das Roggenmehl angegeben werden, schwanken außerordentlich stark. Sie sind abhängig davon, wie lange und in welcher Weise das Mehl extrahiert wurde und weiterhin davon, welche Methode angewandt worden ist.

Die größere Menge an löslichen Kohlehydraten, die an sich im Roggen vorhanden ist und die leichte Abbaufähigkeit der Stärke geben im allgemeinen zu mangelhafter Gärfähigkeit beim Roggenmehl seltener Anlaß als beim Weizenmehl. Doch muß darauf hingewiesen werden, daß sich durch Zusatz von Malzpräparaten auch in der Roggenbrotbäckerei gelegentlich vorteilhafte backtechnische Wirkungen erreichen lassen, ein Beweis dafür, daß die Gärfähigkeit des Roggenmehles nicht in allen Fällen den Bedürfnissen unserer heutigen Gärtechnik entspricht. Aus diesem Grunde wurde es für notwendig erachtet, bei der backtechnischen Prüfung der deutschen Roggensorten eingehende Untersuchungen über den Gehalt an Enzymen und auch an gärfähigen Zuckern durchzuführen.

Was zunächst die Zuckerarten angeht, die im Roggenmehl vorkommen, so weist bereits Neumann (79) darauf hin, daß Roggen- ebenso wie Weizenmehl Glucose enthält. Gleichzeitig wird berichtet, daß Roggen mehr diastatische Enzyme besitzt als Weizen. In der gesamten getreidechemischen Literatur findet sich weiter der Hinweis, daß Roggenmehl Fructose enthält. Es fehlt jedoch hierfür bisher der Nachweis, und eingehende Untersuchungen von Rotsch (98) deuten darauf hin, daß freie oder durch enzymatische Spaltung aus höheren Zuckern freiwerdende Fructose sowohl im Roggenmehl als auch im Weizenmehl nicht gefunden wird.

Die vorliegenden Arbeiten, die sich mit den stärkeabbauenden Enzymen im Roggenmehl befassen, sind ausschließlich aufgebaut auf der Bestimmung der Maltose in Mehlauszügen. Jedoch beschränken sich diese Untersuchungen stets auf Roggenmehle, Sortenprüfungen wurden bisher nicht vorgenommen.

Schließlich findet man im Roggen Saccharose (98). Die als Saccharose bestimmten Zucker ergeben jedoch bei Roggenmehlen sehr unterschiedliche Werte, was damit zusammenhängt, daß keine einwandfreie Methode vorhanden ist zur Bestimmung von Saccharose neben Trifuctosan (124). Für Qualitätsprüfungen kommt daher auf Grund methodischer Schwierigkeiten vorläufig eine Saccharose- und Trifuctosanbestimmung nicht in Frage. Es müssen zunächst absolut einwandfreie Methoden entwickelt werden.

Was die einwandfreie analytische Trennung von Glucose und Maltose angeht, so ist auf diesem Gebiet ein erheblicher Fortschritt erzielt worden durch die Arbeiten von Rotsch (98), die es möglich machen, analytisch sichere Werte für diese beiden Zuckerarten im Roggen und Weizen anzugeben. Die von Rotsch vorgeschlagene Untersuchungsmethodik wurde bei den folgenden Untersuchungen zugrunde gelegt, außerdem ist die kolorimetrische Zuckerbestimmung nach Berliner und Schmidt bei 2 verschiedenen Temperaturen angewandt worden. Die Rotschschen Untersuchungsverfahren bauen auf der Barfoedschen Reaktion und der Methode von Sichert und Bleyer auf. Im folgenden soll zunächst eine kurze Be-

schreibung dieser Bestimmungsmethode für Glucose und Maltose gegeben werden.

20 g Schrot werden in 100 ccm Wasser aufgeschlämmt und nach einstündigem Abstehenlassen bei 27° mit 20 ccm 20prozent. Tanninlösung, 20 ccm Bleiessig und 15 ccm Natriumsulfat versetzt. Darauf wird auf 200 ccm aufgefüllt, abfiltriert und in 40 ccm Filtrat 10 g kristallisiertes Natriumazetat gelöst. Dazu gibt man 10 ccm Fehlingsche Lösung 1 und nach gründlichem Durchmischen erhitzt man 20 Minuten lang im siedenden Wasserbad.

Gleichzeitig werden in einem zweiten Kolben 25 ccm des Filtrats, 25 ccm Fehlingsche Lösung 1 und 25 ccm Fehlingsche Lösung 2 gemischt. Es wird wiederum 20 Minuten lang im siedenden Wasserbad erhitzt.

Dann wird in beiden Fällen die nicht reduzierte Flüssigkeit in Glasfiltertiegeln abgesogen, der Niederschlag (Kupferoxydul) wird in 20 ccm 10prozent. Eisenalaunlösung aufgelöst. Darauf titriert man mit n/10 Kaliumpermanganatlösung bis zur Rosafärbung. Die Berechnung der Zuckerwerte erfolgt mit Hilfe der von Sichert und Bleyer angegebenen Tabellen.

In der ersten Untersuchung findet man die Glucosemenge, in der zweiten die Gesamtmenge an reduzierendem Zucker, ausgedrückt als Maltose. Die Differenz zwischen beiden Werten mit 1,9 multipliziert ergibt den tatsächlichen Maltosegehalt, während die direkte Berechnung nach der Tabelle von Wein ohne Berücksichtigung der Glucose eine Maltosezahl ergibt, die in dieser Arbeit als Rohmaltose bezeichnet ist. Sie entspricht also den Maltosebestimmungen, die bei derartigen Untersuchungen im allgemeinen angewandt werden.

Es gibt also der Glucosegehalt nach 1stündiger Digestion einen Maßstab für die präexistierende Glucose einschließlich der bei der Autolyse entstehenden Glucose, die Glucose- und Maltosewerte addiert einen Maßstab für die diastatische Kraft, und die Rohmaltose ebenfalls einen Gesamtausdruck für die stärkeabbauenden Enzyme, der jedoch den tatsächlichen Verhältnissen insofern nicht ganz entspricht, als die Rohmaltosewerte auf Grund ihrer Berechnungsweise etwa 10 % nach den Befunden von Rotsch zu hoch liegen.

### a) Glucosegehalt der deutschen Roggensorten

Tabelle 7 gibt die gefundenen Glucosezahlen nach Sorten geordnet an.

Tabelle 7
Glucosegehalt in Prozenten (geordnet nach Sorten)

| Sorte | Mittelwert | Niedrigster Glucosegehalt | Höchster Glucosegehalt | Rangordnung des Mittelwertes |
|---|---|---|---|---|
| Petkuser | 0,84 | 0,49 | 1,15 | 2 |
| Deutscher Ring-Roggen | 0,74 | 0,54 | 2,15 | 7 |
| Petkuser Kurzstroh | 0,78 | 0,49 | 1,61 | 6 |
| Döhlauer | 0,74 | 0,65 | 0,89 | 8 |
| Jaegers norddeutscher Champagner | 0,81 | 0,62 | 1,31 | 4 |
| Nordost | 0,73 | 0,62 | 0,92 | 9 |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirge | 0,80 | 0,64 | 1,00 | 5 |
| Probsteier | 1,30 | 1,00 | 1,70 | 1 |
| Brandts Marien | 0,67 | 0,64 | 0,74 | 11 |
| Carstens | 0,70 | 0,59 | 0,94 | 10 |
| Heßdorfer Johannisroggen | 0.82 | 0,61 | 1,04 | 3 |
| Sortenmittel | 0,76 | — | — | — |
| Ausländische Sorten | 0,84 | 0,55 | 1.15 | — |

Tabelle 8

(Glucosegehalt in Prozent (geordnet nach Anbauorten)

| Anbauort | Mittelwert | Niedrigster | Höchster | Rangordnung des Mittelwertes |
|---|---|---|---|---|
| | | Glucosegehalt | | |
| **Bayern:** | | | | |
| Regensburg | 0,71 | 0,65 | 0,81 | 18 |
| Würzburg | 0,64 | 0,60 | 1,04 | 26 |
| Freising | 1,41 | 0,92 | 2,15 | 1 |
| **Hannover-Braunschweig:** | | | | |
| Celle | 0,70 | 0,61 | 0,75 | 19 |
| Burgdorf | 1,08 | 1,06 | 1,12 | 2 |
| Hannover | 0.68 | 0,55 | 0,86 | 23 |
| Winsen | 0,66 | 0,63 | 0,72 | 24 |
| **Hessen-Nassau:** | | | | |
| Grünberg | 0,63 | 0,54 | 0,73 | 29 |
| **Kurhessen:** | | | | |
| Kassel-Harleshausen | 0,66 | 0,48 | 0,77 | 25 |
| **Kurmark:** | | | | |
| Petkus | 0,83 | 0,76 | 0,89 | 10 |
| Landsberg | 0,72 | 0,61 | 0,87 | 17 |
| **Mecklenburg:** | | | | |
| Röbel | 1,06 | 1,01 | 1,12 | 4 |
| **Ostpreußen:** | | | | |
| Heiligenbeil | 0,61 | 0.49 | 0,70 | 30 |
| Pr. Holland | 0,64 | 0,62 | 0,65 | 27 |
| Treuburg | 0,74 | 0,64 | 0,80 | 14 |
| Braunsberg | 0,76 | 0,51 | 0.91 | 12 |
| **Pommern:** | | | | |
| Köslin | 0,87 | 0.64 | 1,61 | 7 |
| Freienwalde | 0,77 | 0,61 | 1,05 | 11 |
| **Rheinland:** | | | | |
| Bonn | 0.73 | 0,70 | 0,78 | 20 |
| **Sachsen:** | | | | |
| Wildenau | 0,73 | 0,49 | 0.89 | 15 |
| **Schlesien:** | | | | |
| Ohlau-Baumgarten | 0.63 | 0,55 | 0,71 | 28 |
| **Schleswig-Holstein:** | | | | |
| Kiel | 0,93 | 0,56 | 1,36 | 5 |
| Flensburg | 0,84 | 0,70 | 1,00 | 8 |
| Neumünster | 1,07 | 0,94 | 1,23 | 3 |
| **Thüringen:** | | | | |
| Weimar | 0,68 | 0,56 | 0,80 | 22 |
| **Westfalen:** | | | | |
| Altenhundem | 0,73 | 0,61 | 0,86 | 16 |
| **Württemberg:** | | | | |
| Ellwangen | 0,88 | 0,64 | 1,15 | 6 |
| Calw | 0,83 | 0,65 | 1,12 | 9 |
| Biberach | 0,69 | 0,63 | 0,79 | 21 |
| Stuttgart | 0.75 | 0,68 | 0,83 | 13 |
| Mittelwert sämtlicher Anbauorte | 0,76 | — | — | — |

Die Mittelwerte schwanken bei den einzelnen Sorten zwischen 0,67 und 1,30. Besonders auffallend ist der hohe Glucosegehalt bei Probsteier und fernerhin Einzelwerte bei Petkuser, Deutschem Ring-Roggen und Petkuser Kurzstroh, die ebenfalls erheblich über den sonst anzutreffenden Größenordnungen liegen. Alle übrigen Sorten schwanken vorwiegend zwischen 0,67 und 0,80, also in ihren Mittelwerten innerhalb einer sehr kleinen Grenze. Das Sortenmittel beträgt 0,76, ein Wert, der im Vergleich zum Weizen als ziemlich hoch bezeichnet werden muß. Die Glucosezahlen betragen etwa das 3fache wie beim Weizen.

Auch die ausländischen Sorten halten sich mit 0,84 im Durchschnitt in den gleichen Grenzen wie die deutschen Roggensorten.

Tabelle 8 enthält die Glucosewerte, geordnet nach Anbauorten. Hier ergaben sich Schwankungen von 0,61 bis 1,41, also eine Variationsbreite, die ungefähr mit derjenigen bei den Sortenmitteln gleich liegt. Die Einzelproben aber weisen Schwankungen auf von 0,48 bis 2,15.

(Siehe Tabelle 8 auf vorhergehender Seite)

Es läßt sich aus diesem Zahlenmaterial die Schlußfolgerung ziehen, daß bis zu einem gewissen Grade sortentypische Unterschiede bei den Sorten vorhanden sind, allerdings ist Probsteier die einzige Roggensorte, die wesentlich über den durchschnittlichen Glucosezahlen der deutschen Roggensorten hervorragt. Im übrigen ist der Glucosegehalt, wie die Tabellen 7 und 8 zeigen, sehr stark durch äußere Einflüsse bestimmt. Es wird später näher auszuführen sein, daß für diesen schwankenden Glucosegehalt nicht das Vorhandensein von Auswuchs verantwortlich gemacht werden kann.

### b) Maltosegehalt der deutschen Roggensorten

Tabelle 9 und 10 bringen die entsprechenden Ergebnisse für den Maltosegehalt.

Tabelle 9

Maltosegehalt in Prozent (geordnet nach Sorten)

| Sorte | Mittelwert | Niedrigster Maltosegehalt | Höchster Maltosegehalt | Rangordnung des Mittelwertes |
|---|---|---|---|---|
| Petkuser | 1,15 | 0,59 | 2,96 | 3 |
| Deutscher Ring-Roggen | 1,10 | 0 20 | 2.85 | 4 |
| Petkuser Kurzstroh | 1.09 | 0.23 | 2,42 | 6 |
| Döhlauer | 0,63 | 0,92 | 1.01 | 11 |
| Jaegers norddeutscher Champagner | 1,03 | 0,56 | 1,58 | 7 |
| Nordost | 0,90 | 0,55 | 1,27 | 8 |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | 1.23 | 0,55 | 1.69 | 2 |
| Probsteier | 0.86 | 0,45 | 1,58 | 9 |
| Brandts Marien | 1.24 | 1,00 | 1,67 | 1 |
| Carstens | 0,86 | 0,48 | 1,60 | 10 |
| Heßdorfer Johannisroggen | 1,09 | 0,98 | 1.20 | 5 |
| Sortenmittel | 1.11 | — | — | — |
| Ausländische Sorten | 0,91 | 0,40 | 1,33 | — |

Tabelle 10

Maltosegehalt in Prozent (geordnet nach Anbauorten)

| Anbauort | Mittelwert | Niedrigster Maltosegehalt | Höchster Maltosegehalt | Rangordnung des Mittelwertes |
|---|---|---|---|---|
| **Bayern:** | | | | |
| Regensburg | 1,37 | 0,93 | 1,83 | 5 |
| Würzburg | 0,83 | 0,56 | 1,16 | 23 |
| Freising | 0.52 | 0,20 | 0,81 | 30 |
| **Hannover-Braunschweig:** | | | | |
| Celle | 1,04 | 0,76 | 1,38 | 15 |
| Burgdorf | 0,72 | 0,69 | 0.75 | 26 |
| Hannover | 0,77 | 0.72 | 0,83 | 24 |
| Winsen | 1,35 | 1,23 | 1,51 | 6 |
| **Hessen-Nassau:** | | | | |
| Grünberg | 1.42 | 0,80 | 2,06 | 4 |
| **Kurhessen:** | | | | |
| Kassel-Harleshausen | 1,36 | 0,74 | 2,80 | 7 |
| **Kurmark:** | | | | |
| Petkus | 1,18 | 0,98 | 1,52 | 9 |
| Landsberg | 1,16 | 0.82 | 1,48 | 10 |
| **Mecklenburg:** | | | | |
| Röbel | 0,70 | 0,67 | 0,72 | 28 |
| **Ostpreußen:** | | | | |
| Heiligenbeil | 1,12 | 0,57 | 2,06 | 12 |
| Pr. Holland | 1,01 | 0,92 | 1,10 | 16 |
| Treuburg | 1,05 | 0,88 | 1.54 | 14 |
| Braunsberg | 1,08 | 0,94 | 1,43 | 13 |
| **Pommern:** | | | | |
| Köslin | 1,14 | 0.77 | 1,67 | 11 |
| Freienwalde | 0,93 | 0,55 | 1,41 | 19 |
| **Rheinland:** | | | | |
| Bonn | 0,90 | 0.79 | 1,09 | 22 |
| **Sachsen:** | | | | |
| Wildenau | 1,30 | 0,70 | 2,42 | 8 |
| **Schlesien:** | | | | |
| Ohlau-Baumgarten | 0.90 | 0,84 | 1,11 | 21 |
| **Schleswig-Holstein:** | | | | |
| Kiel | 0,70 | 0,25 | 1,29 | 27 |
| Flensburg | 0.93 | 0,59 | 1,58 | 20 |
| Neumünster | 0,54 | 0,23 | 0,77 | 29 |
| **Thüringen:** | | | | |
| Weimar | 0.96 | 0,73 | 1,36 | 18 |
| **Westfalen:** | | | | |
| Altenhundem | 1,79 | 0,98 | 2,81 | 2 |
| **Württemberg:** | | | | |
| Ellwangen | 1,81 | 1,52 | 2.85 | 1 |
| Calw | 1,60 | 0,84 | 2,96 | 3 |
| Biberach | 0.76 | 0,61 | 0,95 | 25 |
| Stuttgart | 1,01 | 0,55 | 1,26 | 17 |
| Mittelwert sämtlicher Anbauorte | 1,11 | — | — | — |

Bei einem Sortenmittel von 1,11 zeigen Brandts Marien, Meußelsdorfer Fichtelgebirgs und Petkuser den höchsten Maltosegehalt. Es ist auffallend, daß Brandts Marien von den geprüften Roggensorten den niedrigsten Glucosegehalt, aber den höchsten Maltosegehalt hat. Sorten mit niedrigen durchschnittlichen Maltosewerten sind Döhlauer, Carstens Kurzstroh und Probsteier. Die Variationsbreite der Sorten hält sich beim Maltosegehalt in den Mittelwerten in niedrigeren Grenzen als bei den Glucosewerten. Hingegen zeigen sich im Gegensatz zu den Befunden bei den Glucosebestimmungen erheblich größere Schwankungen in den Mittelwerten der Anbauorte, die 0,52 bis 0,81 betragen. Hieraus ergibt sich eindeutig, daß die Höhe des Maltosegehaltes, der bei 1stündiger Digestion ermittelt wird, hauptsächlich durch die Umwelt bedingt ist. Insbesondere spielt für die Höhe des Maltosegehaltes der Auswuchsgehalt der Proben eine erhebliche Rolle.

### c) Rohmaltosegehalt der deutschen Roggensorten

In Übereinstimmung mit dem bisher in der Literatur üblichen Verfahren zur Bestimmung der diastatischen Kraft soll auch in dieser Arbeit der als Rohmaltose bezeichnete Wert an reduzierendem Zucker vornehmlich als Maßstab für die diastatische Kraft bezeichnet werden.

Die Tabelle 11 und 12 enthalten die Mittelwerte für die Rohmaltose nach Sorten und Anbauorten geordnet.

Tabelle 11

Rohmaltosegehalt in Prozenten (geordnet nach Sorten)

| Sorte | Mittelwert | Niedrigster Rohmaltosegehalt | Höchster Rohmaltosegehalt | Rangordnung des Mittelwertes |
|---|---|---|---|---|
| Petkuser | 2,38 | 1,79 | 3,84 | 6 |
| Deutscher Ring-Roggen | 3,68 | 1,77 | 4,34 | 1 |
| Petkuser Kurzstroh | 2,43 | 2,14 | 3,22 | 5 |
| Döhlauer | 2,22 | 2,02 | 2,51 | 10 |
| Jaegers norddeutscher Champagner | 2,35 | 1,36 | 3,39 | 8 |
| Nordost | 2,17 | 1,75 | 2,47 | 11 |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | 2,60 | 1,78 | 3,41 | 3 |
| Probsteier | 2,88 | 2,63 | 3,23 | 2 |
| Brandts Marien | 2,36 | 2,15 | 2,69 | 7 |
| Carstens | 2,30 | 1,84 | 3,46 | 9 |
| Heßdorfer Johannisroggen | 2,52 | 2,29 | 2,75 | 4 |
| Sortenmittel | 2,48 | — | — | — |
| Ausländische Sorten | 2,19 | 1,82 | 2,81 | — |

(Siehe Tabelle 12 auf folgender Seite)

Im Mittel liegt der Deutsche Ring-Roggen mit 3,68 im Rohmaltosegehalt an der Spitze. Ihm folgt Probsteier mit 2,88 und Meußelsdorfer Fichtelgebirgs mit 2,60. Die niedrigsten Werte wurden gefunden bei Nordost, Döhlauer und Carstens Kurzstroh. Die Variationsbreite der Sorten beträgt 2,17 bis 3,68, bei den Mittelwerten der Anbauorte dagegen 1,91 bis 3,65. Auch diese Zahlen zeigen, daß der Rohmaltosegehalt vorwiegend durch Umwelteinflüsse bestimmt wird, wenn sich auch bis zu einem gewissen Grade der Sorteneinfluß geltend macht. Vergleicht man die gefundenen Zahlen mit den entsprechenden Werten für Weizen, so ergibt beispielsweise eine Gegenüberstellung der Maltosezahlen bei den Sorten- und Stammesprüfungen des Reichsnährstandes bei Winterweizen, die im Institut für Bäckerei, Berlin,

Tabelle 12

Rohmaltosegehalt in Prozent (geordnet nach Anbauorten)

| Anbauort | Mittelwert | Niedrigster Rohmaltosegehalt | Höchster Rohmaltosegehalt | Rangordnung des Mittelwertes |
|---|---|---|---|---|
| **Bayern:** | | | | |
| Regensburg | 2,52 | 2,11 | 2,79 | 12 |
| Würzburg | 1,91 | 1,77 | 2,75 | 30 |
| Freising | 2,93 | 2,51 | 3,91 | 5 |
| **Hannover-Braunschweig:** | | | | |
| Celle | 2,21 | 1,93 | 2,60 | 23 |
| Burgdorf | 2,71 | 2,60 | 2,82 | 6 |
| Hannover | 1,96 | 1,84 | 2,20 | 28 |
| Winsen | 2,42 | 2,27 | 2,56 | 15 |
| **Hessen-Nassau:** | | | | |
| Grünberg | 2,61 | 2,37 | 2,88 | 8 |
| **Kurhessen:** | | | | |
| Kassel-Harleshausen | 2,30 | 2,02 | 2,84 | 19 |
| **Kurmark:** | | | | |
| Petkus | 2,57 | 2,29 | 2,82 | 10 |
| Landsberg | 2,41 | 2,24 | 2,56 | 16 |
| **Mecklenburg:** | | | | |
| Röbel | 2,55 | 2,33 | 2,78 | 11 |
| **Ostpreußen:** | | | | |
| Heiligenbeil | 2,13 | 1,75 | 2,78 | 26 |
| Pr. Holland | 2,09 | 2,02 | 2,18 | 25 |
| Treuburg | 2,22 | 2,00 | 2,42 | 22 |
| Braunsberg | 2,36 | 2,14 | 2,51 | 18 |
| **Pommern:** | | | | |
| Köslin | 2,56 | 2,31 | 2,89 | 9 |
| Freienwalde | 2,25 | 1,84 | 2,55 | 21 |
| **Rheinland:** | | | | |
| Bonn | 2,15 | 2,02 | 2,40 | 24 |
| **Sachsen:** | | | | |
| Wildenau | 2,50 | 2,24 | 3,20 | 13 |
| **Schlesien:** | | | | |
| Ohlau-Baumgarten | 2,50 | 1,96 | 2,20 | 14 |
| **Schleswig-Holstein:** | | | | |
| Kiel | 2,64 | 2,22 | 2,78 | 7 |
| Flensburg | 2,40 | 1,87 | 3,23 | 17 |
| Neumünster | 3,07 | 2,14 | 2,63 | 3 |
| **Thüringen:** | | | | |
| Weimar | 1,96 | 1,79 | 2,17 | 27 |
| **Westfalen:** | | | | |
| Altenhundem | 3,65 | 3,22 | 4,34 | 1 |
| **Württemberg:** | | | | |
| Ellwangen | 3,22 | 2,87 | 3,77 | 2 |
| Calw | 3,07 | 1,36 | 3,93 | 4 |
| Biberach | 1,95 | 1,78 | 2,14 | 29 |
| Stuttgart | 2,28 | 2,00 | 2,38 | 20 |
| Mittelwert sämtlicher Anbauorte | 2,48 | — | — | — |

gefunden wurden, einen mittleren Maltosegehalt von 1,8. Roggen enthält somit Maltosewerte, die rund 30% höher liegen als beim Weizen. Bei den ausländischen Sorten wurde im Mittel eine Rohmaltosezahl von 2,19 festgestellt.

### d) Maltosezahl bei 27° und 62° C

In Anlehnung an einen Vorschlag von E. A. Schmidt sind nach der kolorimetrischen Methode von Berliner und Schmidt weiter die Maltosezahlen bei 27 und 62° nach 1 stündiger Digestion ermittelt worden. Der Maltosewert bei der höheren Temperatur gibt im Vergleich zu der Maltosezahl bei 27° einen Aufschluß über das Zuckerbildungsvermögen während des Teig- und Backprozesses. Die höhere Temperatur von 62° liegt auf der gleichen Höhe wie bei der später zu erörternden Molinmethode. Die Schwankungsbreite der Sortenmittel in den Maltosezahlen bei 27° beträgt 2,4 bis 3,1. Es ergibt sich somit eine geringere Schwankungsbreite als bei der Rohmaltose, wie überhaupt eine Parallelität zwischen den Rohmaltosewerten und den kolorimetrischen Maltosewerten aus methodischen Gründen nicht vorhanden ist, wenn auch eine gleichsinnige Tendenz festzustellen ist. Bei der Digestion bei 62° betragen die Schwankungen der Sortenmittel 17,6 bis 29,3. Sie sind somit recht erheblich und es ist bemerkenswert, daß die Sorte Döhlauer bei niedrigen Maltosezahlen auch das geringste Zuckerbildungsvermögen bei 62° zeigt. Andererseits hatte Probsteier recht hohe Glucose- und Rohmaltosezahlen und erreicht auch in den Maltosezahlen bei 62° ebenso wie Meußelsdorfer Fichtelgebirgs-Roggen die höchsten Werte.

Setzt man die Ergebnisse bei den Sorten in Tabelle 13 in Vergleich zu den Mittelwerten der Anbauorte, die in Tabelle 14 zusammengestellt sind, so zeigen sich in den Anbauorten im Maltosebildungsvermögen bei 27° Schwankungen von 2,34 bis 3,90 und bei 62° von 14,4 bis 43,2. Die Variationsbreite ist somit größer bei den Anbauorten. Insbesondere wirkt sich der Gehalt einiger Proben an Auswuchskörnern in diesen Zahlen deutlich aus, wobei jedoch bemerkt werden muß, daß die Sortenunterschiede zweifellos einen genetischen Einfluß erkennen lassen.

Tabelle 13

Maltose nach Schmidt (geordnet nach Roggensorten)

| Sorte | Mittelwerte | | Niedrigste Werte | | Höchste Werte | | Rangordnung der Mittelwerte | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 27° | 62° | 27° | 62° | 27° | 62° | 27° | 62° |
| Petkuser | 3,1 | 23,4 | 2,0 | 14,4 | 4,6 | 43,2 | 1 | 8 |
| Deutscher Ring-Roggen | 2,6 | 25,2 | 2,0 | 12,0 | 3,6 | 45,6 | 4 | 4 |
| Petkuser Kurzstroh | 2,5 | 24,1 | 2,4 | 14,4 | 4,0 | 38,4 | 6 | 6 |
| Döhlauer | 2,4 | 17,6 | 2,4 | 14,4 | 2,4 | 21,6 | 8 | 11 |
| Jaegers norddeutscher Champagner | 2,5 | 25,0 | 2,0 | 14,2 | 3,6 | 40,8 | 7 | 5 |
| Nordost | 2,4 | 22,6 | 2,4 | 14,4 | 2,4 | 33,6 | 9 | 9 |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | 2,7 | 29,3 | 2,4 | 14,4 | 3,6 | 45,6 | 3 | 1 |
| Probsteier | 2,8 | 28,0 | 2,4 | 21,6 | 3,2 | 36,0 | 2 | 2 |
| Brandts Marien | 2,4 | 22,4 | 2,4 | 19,2 | 2,4 | 24,0 | 10 | 10 |
| Carstens Kurzstroh | 2,6 | 27,2 | 2,4 | 14,4 | 2,8 | 34,5 | 5 | 3 |
| Heßdorfer Johannisroggen | 2,4 | 24,0 | 2,4 | 24,0 | 2,4 | 24,0 | 11 | 7 |
| Sortenmittel | 2,6 | 25,1 | — | — | — | — | — | — |
| Ausländische Sorten | — | 15,0 | — | 12,0 | — | 19,2 | — | — |

Tabelle 14
Maltose nach Schmidt (geordnet nach Anbauorten)

| Anbauort | Mittelwert | | Niedrigste Werte | | Höchste Werte | | Rangordnung der Mittelwerte | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 27° | 62° | 27° | 62° | 27° | 62° | 27° | 62° |
| Bayern: | | | | | | | | |
| Regensburg | 2,53 | 19,4 | 2,4 | 16,8 | 2,8 | 24,0 | 10 | 24 |
| Würzburg | 2,34 | 17,4 | 2,0 | 12,0 | 2,4 | 24,0 | 28 | 26 |
| Freising | 2,64 | 21,1 | 2,4 | 19,2 | 3,0 | 24,0 | 7 | 19 |
| Hannover-Braunschweig: | | | | | | | | |
| Celle | 2,40 | 26,7 | 2,4 | 21,6 | 2,4 | 33,6 | 15 | 9 |
| Burgdorf | 3,00 | 24,0 | 2,8 | 19,2 | 3,2 | 26,4 | 4 | 12 |
| Hannover | 2,40 | 20,4 | 2,4 | 16,8 | 2,4 | 26,4 | 16 | 20 |
| Winsen | 2,40 | 22,8 | 2,4 | 19,2 | 2,4 | 24,0 | 17 | 17 |
| Hessen-Nassau: | | | | | | | | |
| Grünberg | 3,00 | 33,0 | 2,8 | 28,8 | 3,2 | 36,0 | 5 | 4 |
| Kurhessen: | | | | | | | | |
| Kassel-Harleshausen | 2,51 | 30,6 | 2,4 | 24,0 | 2,8 | 33,6 | 11 | 7 |
| Kurmark: | | | | | | | | |
| Petkus | 2,70 | 31,2 | 2,4 | 24,0 | 3,2 | 43,2 | 6 | 6 |
| Landsberg | 2,40 | 22,7 | 2,4 | 14,4 | 2,4 | 28,4 | 18 | 18 |
| Mecklenburg: | | | | | | | | |
| Röbel | 2,40 | 14,4 | 2,4 | 14,4 | 2,4 | 14,4 | 19 | 30 |
| Ostpreußen: | | | | | | | | |
| Heiligenbeil | 2,40 | 15,3 | 2,4 | 14,4 | 2,4 | 19,2 | 20 | 28 |
| Pr. Holland | 2,40 | 20,9 | 2,4 | 14,2 | 2,4 | 26,4 | 21 | 21 |
| Treuburg | 2,40 | 14,4 | 2,4 | 14,4 | 2,4 | 14,4 | 22 | 29 |
| Braunsberg | 2,30 | 16,8 | 2,0 | 14,4 | 2,4 | 24,0 | 29 | 27 |
| Pommern: | | | | | | | | |
| Köslin | 2,53 | 20,8 | 2,4 | 16,8 | 2,8 | 26,4 | 12 | 22 |
| Freienwalde | 2,40 | 29,1 | 2,4 | 21,6 | 2,4 | 34,8 | 23 | 8 |
| Rheinland: | | | | | | | | |
| Bonn | 2,40 | 24,0 | 2,4 | 21,6 | 2,4 | 26,4 | 24 | 13 |
| Sachsen: | | | | | | | | |
| Wildenau | 2,53 | 24,4 | 2,4 | 19,2 | 3,2 | 28,8 | 13 | 14 |
| Schlesien: | | | | | | | | |
| Ohlau-Baumgarten | 2,35 | 20,8 | 2,0 | 14,4 | 2,4 | 24,0 | 30 | 23 |
| Schleswig-Holstein: | | | | | | | | |
| Kiel | 2,60 | 24,8 | 2,4 | 21,6 | 2,8 | 32,2 | 8 | 15 |
| Flensburg | 2,60 | 26,8 | 2,4 | 24,0 | 3,2 | 36,0 | 9 | 10 |
| Neumünster | 2,40 | 26,9 | 2,4 | 14,4 | 2,4 | 36,0 | 25 | 11 |
| Thüringen: | | | | | | | | |
| Weimar | 2,50 | 19,7 | 2,4 | 14,4 | 2,8 | 24,0 | 14 | 25 |
| Westfalen: | | | | | | | | |
| Altenhundem | 3,90 | 38,4 | 3,6 | 36,0 | 4,6 | 43,2 | 1 | 2 |
| Württemberg: | | | | | | | | |
| Ellwangen | 3,50 | 43.2 | 3,2 | 40,8 | 3,6 | 45,6 | 2 | 1 |
| Calw | 3,10 | 34,1 | 2,4 | 32,4 | 3,6 | 36,0 | 3 | 3 |
| Biberach | 2,40 | 32,6 | 2,4 | 32,4 | 2,4 | 33,6 | 26 | 5 |
| Stuttgart | 2,40 | 24.2 | 2,4 | 19,2 | 2,4 | 30,0 | 27 | 16 |
| Mittelwert sämtlicher Anbauorte | 2.67 | 25.1 | — | — | — | — | — | — |

**e) Zusammenfassung über stärkeabbauende Enzyme**

Es ist nun zum Schluß erforderlich, aus den ermittelten Zuckerzahlen die Schlußfolgerungen auf die Wirksamkeit der Enzyme zu ziehen, die diese Zuckerbildung veranlassen.

Der Glucosegehalt nach einstündiger Digestion bildet einen Maßstab für die Wirkung der Maltase, die durch die Arbeiten von Rotsch (98) im Roggen- ebenso wie im Weizenmehl eindeutig festgestellt wurde. Beim Roggen zeigt sich in weit stärkerem Maße eine Wirkung der Maltase als beim Weizen, was am besten darin zum Ausdruck kommt, daß die von der Weizenmaltase gebildeten Glucosemengen nach einstündiger Digestion nicht feststellbar sind, ebenso wenig auch die präexistierende Glucose, während bei Roggen, wie die früheren mitgeteilten Tabellen zeigen, der Glucosegehalt eine erhebliche Rolle spielt und daher auch bei der Teiggärung wirksam sein muß.

Die Wirkung der Maltase wurde weiterhin als sortentypisch beim Roggen erkannt. Bemerkenswert war insbesondere der hohe Glucosewert bei Probsteier.

Die Wirkung der übrigen diastatischen Enzyme kommt in den Maltosezahlen zum Ausdruck. Ähnlich wie bei der Maltase wurde auch bei diesen Enzymen eine höhere Aktivität beim Roggen als beim Weizen festgestellt. Die Sortenunterschiede werden hier vielfach verdeckt durch äußere Einflüsse während des Wachstums und während der Ernte. Immerhin zeigen sich bei den einzelnen Roggensorten beachtenswerte Unterschiede. Chrzaszcz und Janicki (18) wiesen nach, daß im Roggenkorn schon in den ersten Bildungsstadien des Kornes die fertige Amylase in ihren drei Formen vorliegt, die dann mit zunehmender Reife durch Adsorptionsvorgänge inaktiviert werden.

**3. Untersuchung des Auswuchsgrades nach Molin**

Die von Molin (73) vorgeschlagene Prüfungsmethode des Auswuchsgrades beruht auf der Bestimmung der löslichen Trockensubstanz mit Hilfe des Zeiß-Eintauchrefraktometers. Es werden mit dieser Methode die im Korn vorhandenen löslichen Stoffe sowie die Abbauprodukte der Stärke und des Eiweißes während der Autolyse erfaßt. Während heute der Auswuchsgrad im Handel vorwiegend durch die Untersuchung des Gehaltes an gekeimten Körnern bestimmt wird, reicht diese einfache Methode für wissenschaftliche Untersuchungen nicht aus, da Körner mit einem äußerlich gleichartigen Keimungsgrad infolge eines sehr ungleichen Entwicklungsstadiums eine sehr verschiedene Aktivität besitzen können, die sich dementsprechend auch in backtechnischer Hinsicht sehr unterschiedlich auswirken kann. Die Molinmethode hat sich in den skandinavischen Ländern daher sehr eingeführt und vergleichende Untersuchungen im Institut für Bäckerei haben ergeben, daß diese Methode als sehr zuverlässig zu bezeichnen ist. In den Tabellen 15 und 16 sind die Molinzahlen aufgeführt. Die a-Werte geben die Refraktometerzahlen bei 17,5° nach einer Autolyse von 10 Minuten bei 62° an, die b-Werte die Ergebnisse der Schüttelprobe ohne Autolyse zur Bestimmung der von vornherein vorhandenen löslichen Substanz. Die unter c aufgeführten Zahlen sind vornehmlich maßgeblich für die Bestimmung des Auswuchsgrades und stellen die eigentlichen Molineinheiten dar. Sie errechnen sich, einem Vorschlage von Molin folgend, aus der Formel:

$$c = (a - b) \times 5$$

Nach unseren Erfahrungen sind die Molinzahlen folgendermaßen zu gruppieren (86).

Normal . . . . . . . . . . . . . . . . . . . unter 31
etwas auswuchsgeschädigter Roggen . . . . . . 32—35
Roggen nicht mehr für Mehl und Backschrot geeignet über 35

Insgesamt waren von den 174 untersuchten Roggenproben 18 Proben stark auswuchsgeschädigt. Wie die späteren Sortenzusammenstellungen jedoch zeigen werden, brachten diese Proben in die Gesamtbeurteilung keine wesentliche Verschiebung. Für die Unterschiede im Gehalt an Stärkeabbauerzeugnissen sind sie jedoch maßgeblich. Wie Tabelle 15 zeigt, liegen die Mittelwerte der Molinzahlen bei den Sorten zwischen 18,0 und 25,2. Es ist bemerkenswert, daß in Übereinstimmung mit den früher mitgeteilten Zuckerzahlen Probsteier recht hohe Molinwerte hat, während Döhlauer und Nordost ebenfalls in Übereinstimmung mit den früheren Maltosezahlen niedrige Molinwerte aufweisen.

Die Mittelwerte der Anbauorte schwanken zwischen 16,2 und 38,9, sie haben also eine wesentlich größere Variationsbreite als die Mittelwerte der Sorten, ein Hinweis darauf, daß die Molinzahlen vornehmlich durch die Umwelt beeinflußt werden.

Tabelle 15
Molinwerte (geordnet nach Roggensorten)

| Sorte | Mittelwerte | | | Niedrigste Werte | | | Höchste Werte | | | Rangordnung der Mittelwerte | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | a | b | c | a | b | c | a | b | c |
| Petkuser . . . . . . . | 20,6 | 16,7 | 21,5 | 19,5 | 15,5 | 14,0 | 25.6 | 17.4 | 41,0 | 6 | 3 | 6 |
| Deutscher Ring-Roggen . | 21,3 | 16,7 | 23,4 | 19,5 | 14,5 | 13,0 | 24,9 | 17,4 | 38,0 | 3 | 4 | 4 |
| Petkuser Kurzstroh . . . | 20,9 | 15,6 | 21,1 | 19,8 | 16,5 | 16,0 | 14,5 | 17,3 | 36,0 | 7 | 11 | 7 |
| Döhlauer . . . . . . | 20,3 | 16,7 | 18,0 | 20,1 | 16,5 | 16,5 | 20,4 | 16,8 | 18,5 | 8 | 5 | 11 |
| Jaegers norddeutscher Champagner . . . . . | 21,7 | 16,7 | 24,9 | 19,6 | 16,5 | 14,5 | 24,5 | 17,2 | 39,5 | 1 | 6 | 2 |
| Nordost . . . . . . . | 20,4 | 16,8 | 18.4 | 20,0 | 16,5 | 16,5 | 22.0 | 17,0 | 22,5 | 9 | 1 | 10 |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | 21,4 | 16,7 | 23.6 | 19,4 | 16,5 | 14,0 | 24,7 | 17.2 | 39,0 | 4 | 7 | 3 |
| Probsteier . . . . . . | 21,6 | 16,6 | 25.2 | 20,2 | 16,5 | 17,5 | 23,6 | 16.7 | 35.0 | 2 | 9 | 1 |
| Brandts Marien . . . . | 20,8 | 16,7 | 20,8 | 20,2 | 16,5 | 17,5 | 21,3 | 16.8 | 24,0 | 10 | 8 | 8 |
| Carstens Kurzstroh . . . | 21,2 | 16,8 | 22,3 | 19,2 | 16,5 | 13,5 | 24,7 | 17,3 | 37,0 | 5 | 2 | 5 |
| Heßdorfer Johannisroggen . | 20,3 | 16,6 | 18,7 | 19,7 | 16,5 | 15,0 | 21,0 | 16,7 | 22,5 | 11 | 10 | 9 |
| Sortenmittel | — | — | 22,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Ausländische Sorten | 20,0 | 17,7 | 17,6 | 19,0 | 16,3 | 12,5 | 21,6 | 21,7 | 24,5 | — | — | — |

(Siehe Tabelle 16 auf folgender Seite)

Sehr hohe Molinzahlen haben die Roggenherkünfte aus Grünberg in Hessen sowie die württembergischen Proben aus Ellwangen und Calw und weiterhin die Roggenmuster aus Altenhundem in Westfalen.

Bei sämtlichen Molinzahlen über 35 zeigte sich auch der Auswuchs am Korn selbst.

## 4. Untersuchungen mit dem Amylographen

Bei dem Studium der Abbauvorgänge im Teig und Brot wurde in den bisherigen Arbeiten vornehmlich die Wirkung der Saccharogenamylase durch Zuckerbestimmungen verfolgt (17, 18, 76, 90). Bréchy (11, 12) war der erste, der die Verkleisterungsfähigkeit der Stärke in ihrer Bedeutung für die Backfähigkeit des Roggens systematisch heranzog, und die von ihm vor-

Tabelle 16

Molinwerte (geordnet nach Anbauorten)

| Anbauort | Mittelwerte | | | Niedrigste Werte | | | Höchste Werte | | | Rangordnung der Mittelwerte | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | a | b | c | a | b | c | a | b | c |
| Bayern: | | | | | | | | | | | | |
| Regensburg | 20,7 | 15,7 | 25,0 | 20,3 | 14,5 | 19,5 | 21,0 | 16,0 | 32,5 | 13 | 30 | 7 |
| Würzburg | 20,2 | 16.6 | 17,5 | 19.4 | 16,6 | 14.0 | 21,0 | 16.7 | 21.5 | 25 | 21 | 22 |
| Freising | 20,4 | 16,8 | 18,1 | 20,0 | 16,8 | 16,0 | 20,7 | 16,8 | 19,5 | 26 | 8 | 19 |
| Hannover-Braunschweig: | | | | | | | | | | | | |
| Celle | 21,3 | 16,6 | 23,6 | 20,1 | 16,4 | 18,5 | 22,3 | 17,3 | 27,5 | 7 | 22 | 9 |
| Burgdorf | 20,2 | 16,8 | 17,1 | 19,7 | 16 6 | 15.0 | 21,2 | 17,0 | 23,0 | 27 | 9 | 23 |
| Hannover | 20,2 | 16,5 | 18,6 | 20,0 | 16,5 | 17,5 | 20,6 | 16,6 | 20,0 | 28 | 28 | 20 |
| Winsen | 21,3 | 16,7 | 22,9 | 20,8 | 16,4 | 19,5 | 21,7 | 16,9 | 26.5 | 8 | 10 | 10 |
| Hessen-Nassau: | | | | | | | | | | | | |
| Grünberg | 24,7 | 17,3 | 36,7 | 23,7 | 17,3 | 32,0 | 25,6 | 17,4 | 41,0 | 1 | 1 | 3 |
| Kurhessen: | | | | | | | | | | | | |
| Kassel-Harleshausen | 20,2 | 17,0 | 16,2 | 20,0 | 17,0 | 15,0 | 20,5 | 17,1 | 17.5 | 29 | 3 | 30 |
| Kurmark: | | | | | | | | | | | | |
| Petkus | 22,1 | 16,6 | 27,4 | 21,0 | 16,2 | 22.0 | 25,0 | 16.8 | 41,0 | 5 | 23 | 5 |
| Landsberg | 20,9 | 16,7 | 20,9 | 20,0 | 16,7 | 16,0 | 21,4 | 16.8 | 23,0 | 14 | 11 | 14 |
| Mecklenburg: | | | | | | | | | | | | |
| Röbel | 20,4 | 16.9 | 17,5 | 20,2 | 16,8 | 16,0 | 20,6 | 17,0 | 19,0 | 30 | 5 | 24 |
| Ostpreußen: | | | | | | | | | | | | |
| Heiligenbeil | 20.8 | 17,0 | 19,4 | 20,2 | 16,8 | 16.0 | 22,8 | 17.2 | 28,0 | 15 | 4 | 16 |
| Pr. Holland | 20.6 | 16.6 | 20,0 | 20.2 | 16,5 | 17.5 | 21,6 | 16,8 | 25.5 | 16 | 24 | 15 |
| Treuburg | 20,4 | 16,7 | 18,1 | 19.8 | 16,7 | 15.5 | 20,6 | 16.8 | 22,0 | 17 | 12 | 21 |
| Braunsberg | 20.2 | 16,9 | 17.0 | 20,1 | 16,6 | 15.5 | 20,4 | 17,0 | 18,5 | 18 | 6 | 25 |
| Pommern: | | | | | | | | | | | | |
| Köslin | 20.6 | 16,7 | 19,6 | 19,5 | 16,7 | 14,0 | 21.6 | 16,7 | 24,5 | 19 | 13 | 17 |
| Freienwalde | 21,1 | 16,7 | 21,9 | 20.8 | 16.6 | 20,5 | 21,3 | 16,8 | 23.5 | 9 | 14 | 12 |
| Rheinland: | | | | | | | | | | | | |
| Bonn | 22,4 | 16,9 | 27,5 | 21.5 | 16.6 | 24,5 | 23.1 | 17,4 | 31.5 | 6 | 7 | 6 |
| Sachsen: | | | | | | | | | | | | |
| Wildenau | 20,1 | 16,6 | 17,0 | 19,6 | 16,4 | 14,5 | 20,4 | 16,7 | 19.0 | 20 | 25 | 26 |
| Schlesien: | | | | | | | | | | | | |
| Ohlau-Baumgarten | 20,1 | 16,6 | 17,6 | 19,6 | 16,5 | 14,0 | 20,6 | 16,8 | 20,5 | 21 | 26 | 27 |
| Schleswig-Holstein: | | | | | | | | | | | | |
| Kiel | 20.9 | 16,6 | 21.1 | 20,4 | 16,5 | 17,0 | 21.6 | 17.0 | 25,5 | 12 | 27 | 13 |
| Flensburg | 21,4 | 16,5 | 24,2 | 20,1 | 16,5 | 18,0 | 23,6 | 16,6 | 35,0 | 10 | 29 | 8 |
| Neumünster | 20.1 | 16,7 | 17,2 | 19,2 | 16,5 | 13,5 | 21,4 | 16,8 | 23,5 | 22 | 15 | 28 |
| Thüringen: | | | | | | | | | | | | |
| Weimar | 20,3 | 16,7 | 17,3 | 20,2 | 16,6 | 17,0 | 20,5 | 16.8 | 18,5 | 23 | 16 | 29 |
| Westfalen: | | | | | | | | | | | | |
| Altenhundem | 24,7 | 17,2 | 37,3 | 24,5 | 17,2 | 36,0 | 25,0 | 17,3 | 38,5 | 2 | 2 | 2 |
| Württemberg: | | | | | | | | | | | | |
| Ellwangen | 24,5 | 16,7 | 38,9 | 24,3 | 16,6 | 37,5 | 24,9 | 16,8 | 40,5 | 3 | 17 | 1 |
| Calw | 23,9 | 16,7 | 36,3 | 23,6 | 16,7 | 34,5 | 24,3 | 16,7 | 38.0 | 4 | 18 | 4 |
| Biberach | 20,5 | 16,7 | 19.4 | 20.0 | 16,6 | 16.5 | 21,4 | 16,7 | 23.5 | 24 | 19 | 18 |
| Stuttgart | 21,0 | 16.7 | 22.1 | 20.5 | 16,6 | 19.5 | 22,2 | 16.8 | 28,0 | 11 | 20 | 11 |
| Mittelwert sämtlicher Anbauorte | — | — | 22,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

geschlagene Meßmethode wurde durch die Arbeiten von Schulerud (114 bis 118) und Brabender (14) weiter ausgebaut. Es ist bekannt, daß unter der Wirkung der Backofenhitze das Protein koaguliert und die Stärke verkleistert. Für die Bildung der Krume spielt dabei die Beschaffenheit des Stärkekleisters, wie besonders bei Roggenbackversuchen nachgewiesen werden konnte, eine entscheidende Rolle. Nach den bisherigen Beobachtungen kann jedenfalls gefolgert werden, daß die Verkleisterungseigenschaften der Stärke für die Brotbeschaffenheit bei Roggenbrot eine größere Rolle spielen als bei Weizenbrot.

In dieser Arbeit ist für die Untersuchung des Verkleisterungsverlaufs der Amylograph von Brabender benutzt worden, und zwar in der von Brabender gegebenen Arbeitsvorschrift.

Tabelle 17 enthält den Amylogrammwert a, bei dem die Kurve nach gleichmäßiger Steigerung der Temperatur um 1,5° pro Minute infolge beginnender Verkleisterung der Stärke und damit zunehmender Viskosität ansteigt. Bezüglich der Auswertung der Amylogrammkurven sei auf die Arbeiten von Biéchy (11, 12), Schulerud (114, 118), sowie Brabender (14) hingewiesen. In Tabelle 17 ist neben der Temperatur, bei der die Verkleisterung einsetzt, weiterhin die Zeit des Beginns der Verkleisterung mitgeteilt worden, die jedoch für die Auswertung der Ergebnisse deshalb von geringerer Bedeutung ist, weil eine gleichmäßige Erhitzung der Roggenmehlsuspension im Amylographen erfolgt. Im Mittel wiesen die Sorten Döhlauer, Petkuser Kurzstroh und Brandts Marien die höchsten Temperaturen beim Beginn der Verkleisterung auf, während Heßdorfer Johannisroggen und Nordost die niedrigsten Werte zeigen. Bemerkenswert ist bei diesen Befunden, daß die Sorte Döhlauer ein geringes Zuckerbildungsvermögen aufweist und Nordost im Gegensatz dazu ein sehr hohes. Bei diesen Sorten ergeben sich also bezüglich dieser beiden verschiedenen Prozesse gleichsinnige Stärkeeigenschaften. Die Schwankung der Mittelwerte für die Temperatur bei Beginn der Verkleisterung beträgt bei den Sorten 50,5 bis 57,7°, die Differenzen, die überhaupt bei den Proben festgestellt wurden, betragen 40 bis 62°. Daraus läßt sich folgern, daß die Verkleisterungseigenschaften des Roggens recht unterschiedlich sind, und da die Mittelwerte der Anbau-

Tabelle 17

Amylogrammwert a (Temperatur und Zeit bei Beginn der Verkleisterung) (geordnet nach Roggensorten)

| Sorte | Mittelwerte | | Niedrigster Wert | | Höchster Wert | | Rangordnung der Mittelwerte | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Temp. | Zeit | Temp. | Zeit | Temp. | Zeit | Temp | Zeit |
| Petkuser | 56,3° | 22,9' | 45° | 20' | 61° | 41' | 6 | 2 |
| Deutscher Ring-Roggen | 56,2° | 22,1' | 44° | 18' | 60° | 24' | 7 | 9 |
| Petkuser Kurzstroh | 57.5° | 22,4' | 52° | 19' | 62° | 24' | 2 | 3 |
| Döhlauer | 57,7° | 22,3' | 56° | 21' | 59° | 23' | 1 | 4 |
| Jaegers norddeutscher Champagner | 56,5° | 22,3' | 49° | 21' | 62° | 23' | 5 | 5 |
| Nordost | 53,8° | 21,7' | 40° | 18' | 58° | 23' | 10 | 10 |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | 56,6° | 22,1' | 50° | 20' | 60° | 23' | 4 | 7 |
| Probsteier | 55,7° | 22,3' | 55° | 22' | 56° | 23' | 8 | 6 |
| Brandts Marien | 57,2° | 23,0' | 55° | 22' | 59° | 24' | 3 | 1 |
| Carstens Kurzstroh | 55,6° | 22,1' | 53° | 20' | 59° | 27' | 9 | 8 |
| Heßdorfer Johannisroggen | 50,5° | 19,0' | 50° | 18' | 51° | 20' | 11 | 11 |
| Sortenmittel | 55,8° | 22,0' | — | — | — | — | — | — |
| Ausländische Sorten | 56,3° | 20,0' | 54° | 19' | 60° | 23' | — | — |

**Tabelle 18**
**Amylogrammwert a (Temperatur und Zeit bei Beginn der Verkleisterung)**
(geordnet nach Anbausorten)

| Anbauort | Mittelwerte | | Niedrigster Wert | | Höchster Wert | | Rangordnung der Mittelwerte | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Temp. | Zeit | Temp. | Zeit | Temp. | Zeit | Temp. | Zeit |
| **Bayern:** | | | | | | | | |
| Regensburg | 57,5° | 22,3′ | 55° | 21′ | 62° | 23′ | 12 | 16 |
| Würzburg | 54,3° | 20,9′ | 51° | 20′ | 56° | 22′ | 26 | 27 |
| Freising | 48,6° | 21,8′ | 44° | 21′ | 60° | 22′ | 30 | 21 |
| **Hannover-Braunschweig:** | | | | | | | | |
| Celle | 52,8° | 20,1′ | 50° | 18′ | 55,5° | 22′ | 28 | 29 |
| Burgdorf | 57,1° | 22,8′ | 56° | 22′ | 59° | 23′ | 14 | 8 |
| Hannover | 56,2° | 21,5′ | 56° | 21′ | 56,5° | 22′ | 18 | 24 |
| Winsen | 52,3° | 19,5′ | 50° | 18′ | 53° | 20′ | 29 | 30 |
| **Hessen-Nassau:** | | | | | | | | |
| Grünberg | 57,5° | 22,0′ | 55° | 22′ | 59° | 22′ | 11 | 17 |
| **Kurhessen:** | | | | | | | | |
| Kassel-Harleshausen | 56,6° | 21,9′ | 55° | 21′ | 59° | 22′ | 16 | 20 |
| **Kurmark:** | | | | | | | | |
| Petkus | 56,9° | 22,8′ | 56° | 22′ | 59° | 23′ | 15 | 9 |
| Landsberg | 58,0° | 23,2′ | 51° | 23′ | 62° | 24′ | 6 | 4 |
| **Mecklenburg:** | | | | | | | | |
| Röbel | 58,0° | 22,0′ | 58° | 22′ | 58° | 22′ | 5 | 18 |
| **Ostpreußen:** | | | | | | | | |
| Heiligenbeil | 58,8° | 23,0′ | 58° | 23′ | 59° | 23′ | 1 | 5 |
| Pr. Holland | 57,8° | 22,8′ | 57,5° | 22′ | 58° | 23′ | 8 | 10 |
| Treuburg | 56,2° | 24,0′ | 53° | 24′ | 59° | 24′ | 19 | 1 |
| Braunsberg | 54,0° | 20,8′ | 53° | 20′ | 56° | 21′ | 27 | 28 |
| **Pommern:** | | | | | | | | |
| Köslin | 57,8° | 22,8′ | 57° | 22′ | 58° | 23′ | 7 | 11 |
| Freienwalde | 58,3° | 23,3′ | 58° | 23′ | 59° | 24′ | 3 | 2 |
| **Rheinland:** | | | | | | | | |
| Bonn | 56,0° | 22,0′ | 56° | 22′ | 56° | 22′ | 20 | 19 |
| **Sachsen:** | | | | | | | | |
| Wildenau | 57,3° | 22,5′ | 56° | 22′ | 58° | 23′ | 13 | 13 |
| **Schlesien:** | | | | | | | | |
| Ohlau-Baumgarten | 58,2° | 23,3′ | 56° | 22′ | 60° | 24′ | 4 | 3 |
| **Schleswig-Holstein:** | | | | | | | | |
| Kiel | 55,8° | 21,5′ | 55° | 21′ | 56° | 22′ | 22 | 25 |
| Flensburg | 54,5° | 21,6′ | 51,5° | 19′ | 58° | 24′ | 25 | 22 |
| Neumünster | 55,9° | 21,6′ | 55° | 21′ | 56,5° | 22′ | 21 | 23 |
| **Thüringen:** | | | | | | | | |
| Weimar | 57,8° | 23,0′ | 57° | 22′ | 59° | 24′ | 9 | 6 |
| **Westfalen:** | | | | | | | | |
| Altenhundem | 56,4° | 23,0′ | 56° | 22′ | 57° | 27′ | 17 | 7 |
| **Württemberg:** | | | | | | | | |
| Ellwangen | 54,8° | 21,4′ | 53° | 20′ | 56° | 23′ | 24 | 26 |
| Calw | 57,6° | 22,6′ | 56° | 22′ | 60° | 23′ | 10 | 12 |
| Biberach | 55,6° | 22,4′ | 50° | 22′ | 60° | 23′ | 23 | 14 |
| Stuttgart | 58,4° | 22,4′ | 56° | 22′ | 59° | 23′ | 2 | 15 |
| **Mittelwert sämtlicher Anbauorte** | 55,8° | 22,0′ | — | — | — | — | — | — |

orte, die in Tabelle 18 zusammengestellt sind, einen Schwankungsbereich von 48,6 bis 58,8° haben, ist zu schließen, daß die Verkleisterungseigenschaften maßgeblich durch die Umwelt bestimmt werden, denn im Mittel der Anbauorte ergeben sich größere Unterschiede als bei den Mittelwerten der Sorten.

Der Amylogrammwert a der Proben aus Freising ist mit dem niedrigen Wert von 48,6 besonders auffallend. Sämtliche Roggenproben aus Freising hatten bis auf eine Sorte einen Wert, der unter 50° lag. Alle übrigen Anbauorte liegen größtenteils erheblich über 50°, im Mittel bei 55,8°.

Das hier mitgeteilte Material ermöglicht es, exakte Angaben über die Verkleisterungstemperatur der Roggenstärke zu machen. In der Literatur (37, 56, 64, 79, 82) finden sich sehr verschiedene Angaben über die Temperatur bei Beginn der Verkleisterung der Roggenstärke. Einheitlich sind die bisherigen Befunde insofern, als für die Roggenstärke niedrigere Temperaturgrade angegeben werden als für Weizenstärke. So führen Herter (37) und Lippmann (64) für den Beginn der Verkleisterung eine Temperatur von 50° an, Lintner (79) dagegen 55°. Nach den Tabellen 17 und 18 ist es richtiger, mit einer Temperatur von 55° im Mittel zu arbeiten, wenn auch bei einigen Proben auf Grund der Viskositätsmessungen bereits bei 40° eine geringe Verkleisterung festzustellen ist.

In den Tabellen 19 und 20 sind die Temperaturen und Zeiten aufgeführt bei der Beendigung der Stärkeverkleisterung, also in dem Augenblick, in dem die Amylogrammkurve ihr Optimum erreicht und in dem sie dann bei Weiterführung des Versuchs absinkt. Die Sortenmittel hinsichtlich des Amylogrammwertes b, durch den der höchste Punkt der Amylogrammkurve gekennzeichnet wird, liegen zwischen 66,0 und 76,6°. In der Zeit ergeben sich in Übereinstimmung mit der Temperaturhöhe Differenzen zwischen 29,0 und 35,3'. Bei Betrachtung der Einzelproben schwankt der Temperaturwert zwischen 60,0 und 82,0°. Größer als die Schwankungen, die sich bei den Mittelwerten der Sorten ergeben, sind die Unterschiede bei den einzelnen Anbauorten. Auch hier zeigt sich der große Einfluß der Umwelt auf die Verkleisterungscharakteristik der Stärke außerordentlich stark.

Tabelle 19

Amylogrammwert b (Temperatur und Zeit bis Optimum)
(geordnet nach Roggensorten)

| Sorte | Mittelwerte | | Niedrigster Wert | | Höchster Wert | | Rangordnung der Mittelwerte | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Temp. | Zeit | Temp. | Zeit | Temp. | Zeit | Temp. | Zeit |
| Petkuser | 70,5° | 33,4' | 63° | 24' | 78° | 38' | 9 | 6 |
| Deutscher Ring-Roggen | 70,6° | 33,0' | 63° | 24' | 80° | 38' | 8 | 7 |
| Petkuser Kurzstroh | 72,9° | 33,9' | 63,5° | 27' | 79° | 38' | 4 | 4 |
| Döhlauer | 76,6° | 35,3' | 73° | 34' | 82° | 37' | 1 | 1 |
| Jaegers norddeutscher Champagner | 72,5° | 33,7' | 63° | 27' | 78° | 37' | 5 | 5 |
| Nordost | 74,5° | 35,0' | 66,5° | 29' | 82° | 40' | 2 | 2 |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | 69,9° | 32,5' | 60° | 27' | 78° | 39' | 10 | 10 |
| Probsteier | 71,5° | 32,6' | 66,5° | 29' | 77° | 37' | 7 | 9 |
| Brandts Marien | 73,1° | 34,1' | 73° | 34' | 73,5° | 34,5' | 3 | 3 |
| Carstens Kurzstroh | 72,0° | 32,9' | 68° | 31' | 78° | 37' | 6 | 8 |
| Heßdorfer Johannisroggen | 66,0° | 29,0' | 63° | 27' | 69° | 31' | 11 | 11 |
| Sortenmittel | 61,8° | 33,2' | — | — | — | — | — | — |
| Ausländische Sorten | 76,3° | 44,3' | 69,5° | 29,5' | 88° | 42' | — | — |

Tabelle 20
Amylogrammwert b (Temperatur und Zeit bis Optimum)
(geordnet nach Anbauorten)

| Anbauort | Mittelwerte | | Niedrigster Wert | | Höchster Wert | | Rangordnung der Mittelwerte | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Temp. | Zeit | Temp. | Zeit | Temp. | Zeit | Temp. | Zeit |
| **Bayern:** | | | | | | | | |
| Regensburg | 74° | 34,8' | 71° | 33' | 78° | 35,5' | 12 | 14 |
| Würzburg | 66° | 31,4' | 60° | 30,5' | 73° | 34' | 27 | 20 |
| Freising | 73,6° | 35,1' | 68° | 34' | 80° | 36' | 15 | 7 |
| **Hannover-Braunschweig:** | | | | | | | | |
| Celle | 68,7° | 30,9' | 63° | 27' | 73,5° | 34' | 24 | 26 |
| Burgdorf | 71,1° | 32,6' | 70° | 32' | 72° | 33' | 18 | 18 |
| Hannover | 77,5° | 36,2' | 76,5° | 35' | 78° | 37' | 3 | 4 |
| Winsen | 70° | 31,5' | 69,5° | 30' | 72° | 33' | 20 | 21 |
| **Hessen-Nassau:** | | | | | | | | |
| Grünberg | 68,3° | 31,1' | 65° | 28' | 76° | 37,5' | 25 | 22 |
| **Kurhessen:** | | | | | | | | |
| Kassel-Harleshausen | 76,5° | 35,5' | 74° | 34' | 78° | 37' | 5 | 8 |
| **Kurmark:** | | | | | | | | |
| Petkus | 69° | 30,8' | 63° | 27' | 72° | 33' | 21 | 27 |
| Landsberg | 72,8° | 33,4' | 70° | 31,5' | 78° | 35,5' | 17 | 15 |
| **Mecklenburg:** | | | | | | | | |
| Röbel | 76,2° | 35,5' | 76° | 35' | 76,5° | 36' | 6 | 9 |
| **Ostpreußen:** | | | | | | | | |
| Heiligenbeil | 75,2° | 35,2' | 73° | 34' | 78° | 37,5' | 10 | 10 |
| Pr. Holland | 78,7° | 37,2' | 75° | 36' | 82° | 40' | 2 | 2 |
| Treuburg | 73,5° | 33,5' | 71,5° | 33' | 76,5° | 34' | 16 | 16 |
| Braunsberg | 74,6° | 35,2' | 73° | 34' | 76° | 36' | 13 | 11 |
| **Pommern:** | | | | | | | | |
| Köslin | 74,1° | 33,5' | 73° | 32' | 76° | 34,5' | 14 | 17 |
| Freienwalde | 71,7° | 32,6' | 69° | 31' | 73° | 34' | 19 | 19 |
| **Rheinland:** | | | | | | | | |
| Bonn | 68,3° | 31,5' | 67° | 30,5' | 69° | 32' | 26 | 23 |
| **Sachsen:** | | | | | | | | |
| Wildenau | 76,5° | 35,9' | 73° | 33' | 78° | 37' | 7 | 12 |
| **Schlesien:** | | | | | | | | |
| Ohlau-Baumgarten | 76,8° | 36,1' | 75° | 34,5' | 78° | 37' | 8 | 5 |
| **Schleswig-Holstein:** | | | | | | | | |
| Kiel | 75,7° | 35,6' | 74° | 34,5' | 77° | 37' | 11 | 13 |
| Flensburg | 69,1° | 31,1' | 64,5° | 28' | 77° | 36,5' | 23 | 25 |
| Neumünster | 69,9° | 31,4' | 66° | 28,5' | 72° | 33' | 22 | 24 |
| **Thüringen:** | | | | | | | | |
| Weimar | 78,8° | 37,8' | 78° | 37' | 79° | 38' | 1 | 1 |
| **Westfalen:** | | | | | | | | |
| Altenhundem | 64,6° | 28,1' | 63° | 27' | 70° | 32,5' | 28 | 28 |
| **Württemberg:** | | | | | | | | |
| Ellwangen | 61,3° | 25,8' | 58,5° | 24' | 63° | 27' | 30 | 30 |
| Calw | 64,1° | 27' | 63° | 27' | 64,5° | 27' | 29 | 29 |
| Biberach | 76° | 37,2' | 71° | 35' | 78° | 39' | 9 | 3 |
| Stuttgart | 77,1° | 36,2' | 76,5° | 35' | 78° | 37' | 4 | 6 |
| Mittelwert sämtlicher Anbauorte | 72,3° | 33,3' | — | — | — | — | — | — |

Nach den bisherigen Erfahrungen über die Auswertung von Amylogrammen stellt die Höhe der Kurve, ausgedrückt in Viskositätsgraden, den ausschlaggebenden Faktor für die Beurteilung der Roggenmehle dar. Die vorliegenden Untersuchungen (113) beweisen zwar, daß die Amylogrammhöhe nicht allein ein Maßstab ist für die Verkleisterungscharakteristik der Stärke, sondern daß auch die übrigen Bestandteile des Roggenmehles die Amylogrammhöhe mit bestimmen. Immerhin macht die Stärke mengenmäßig den weitaus größten Anteil des Roggenmehles aus und es soll daher in diesem Zusammenhang auch die Amylogrammhöhe als ein Kennzeichen des Verlaufs der Verkleisterung betrachtet werden. Die größten Werte für die maximale Amylogrammhöhe, die also einen Hinweis gibt für eine wenig abgebaute und schwerer verkleisternde Stärke, haben die Sorten Nordost, Petkuser Kurzstroh und Döhlauer. Die niedrigsten Zahlen ergeben sich bei den Sorten Heßdorfer Johannisroggen, Deutscher Ring-Roggen und Probsteier. Die niedrigen Werte weisen hier einerseits die Abbaufähigkeit, andererseits auch die Enzymtätigkeit nach. Es bestehen insofern Beziehungen zwischen der Amylogrammhöhe und den früher mitgeteilten Zuckerwerten, als z. B. Deutscher Ring-Roggen und Probsteier die höchsten Werte für das Maltosebildungsvermögen zeigten, während die Sorten Nordost und Döhlauer in dieser Hinsicht die niedrigsten Zahlen aufwiesen.

Tabelle 21
Amylogrammhöhe (geordnet nach Roggensorten)

| Sorte | Mittelwert | Niedrigster Wert | Höchster Wert | Rangordnung des Mittelwertes |
|---|---|---|---|---|
| Petkuser | 438 | 60 | 750 | 6 |
| Deutscher Ring-Roggen | 360 | 80 | 560 | 10 |
| Petkuser Kurzstroh | 485 | 100 | 710 | 2 |
| Döhlauer | 468 | 360 | 600 | 3 |
| Jaegers norddeutscher Champagner | 440 | 80 | 580 | 5 |
| Nordost | 545 | 340 | 780 | 1 |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | 405 | 90 | 720 | 7 |
| Probsteier | 365 | 210 | 500 | 9 |
| Brandts Marien | 460 | 430 | 480 | 4 |
| Carstens Kurzstroh | 385 | 100 | 525 | 8 |
| Heßdorfer Johannisroggen | 345 | 340 | 350 | 11 |
| Sortenmittel | 400 | — | — | — |
| Ausländische Sorten | 429 | 282 | 590 | — |

Die absoluten Schwankungen der Sortenmittel betragen 345 bis 545. Unter Betrachtung der gesamten Proben ergibt sich die sehr hohe Schwankungsbreite zwischen 60 und 780. Diese Zahlen deuten ebenso wie die in Tabelle 22 zusammengefaßten Mittelwerte bei den einzelnen Anbauorten mit einer Schwankungsbreite zwischen 82 und 613 auf einen erheblichen Umwelteinfluß hin. Die niedrigsten Zahlen haben die westfälischen Anbauorte mit Auswuchs.

Insgesamt gehen die Beobachtungen bei diesen Versuchen dahin, daß die viskosimetrische Verfolgung der Verkleisterung der Stärke im Anschluß an die früheren Arbeiten in dieser Richtung (67, 75, 85) uns wertvolle Hinweise für die Roggenmehlbeurteilung gibt. Es wird später gezeigt werden, daß der Stärkefaktor bei der Beurteilung der Backfähigkeit beim Roggenmehl wesentlich stärker in Betracht zu ziehen ist als beim Weizen.

Tabelle 22
Amylogrammhöhe
(geordnet nach Anbauorten)

| Anbauort | Mittelwert | Niedrigster Wert | Höchster Wert | Rangordnung des Mittelwertes |
|---|---|---|---|---|
| Bayern: | | | | |
| Regensburg | 380 | 310 | 525 | 18 |
| Würzburg | 396 | 325 | 520 | 15 |
| Freising | 433 | 400 | 510 | 12 |
| Hannover-Braunschweig: | | | | |
| Celle | 370 | 310 | 430 | 20 |
| Burgdorf | 406 | 350 | 440 | 13 |
| Hannover | 643 | 545 | 750 | 1 |
| Winsen | 335 | 290 | 360 | 23 |
| Hessen-Nassau: | | | | |
| Grünberg | 231 | 160 | 300 | 27 |
| Kurhessen: | | | | |
| Kassel-Harleshausen | 539 | 350 | 720 | 4 |
| Kurmark: | | | | |
| Petkus | 322 | 120 | 530 | 25 |
| Landsberg | 440 | 320 | 710 | 11 |
| Mecklenburg: | | | | |
| Röbel | 335 | 320 | 350 | 24 |
| Ostpreußen: | | | | |
| Heiligenbeil | 492 | 400 | 630 | 7 |
| Pr. Holland | 568 | 450 | 780 | 3 |
| Treuburg | 400 | 300 | 500 | 14 |
| Braunsberg | 388 | 340 | 460 | 16 |
| Pommern: | | | | |
| Köslin | 479 | 430 | 550 | 9 |
| Freienwalde | 475 | 360 | 560 | 10 |
| Rheinland: | | | | |
| Bonn | 286 | 280 | 300 | 26 |
| Sachsen: | | | | |
| Wildenau | 378 | 230 | 460 | 19 |
| Schlesien: | | | | |
| Ohlau-Baumgarten | 570 | 400 | 740 | 2 |
| Schleswig-Holstein: | | | | |
| Kiel | 487 | 420 | 570 | 8 |
| Flensburg | 350 | 210 | 400 | 21 |
| Neumünster | 382 | 270 | 460 | 17 |
| Thüringen: | | | | |
| Weimar | 508 | 460 | 580 | 6 |
| Westfalen: | | | | |
| Altenhundem | 94 | 80 | 110 | 29 |
| Württemberg: | | | | |
| Ellwangen | 82 | 60 | 100 | 30 |
| Calw | 110 | 100 | 120 | 28 |
| Biberach | 522 | 410 | 700 | 5 |
| Stuttgart | 343 | 285 | 400 | 22 |
| Mittelwert sämtlicher Anbauorte | 400 | — | — | — |

### 5. Backtechnische Untersuchungen

Während Backprüfungen bei Weizen seit etwa 5 Jahrzehnten eine starke Verbreitung gefunden haben und während die Backversuche heute in methodischer Hinsicht bei Weizen so weit entwickelt worden sind, daß man unbedingt von einem wissenschaftlichen Backversuch unter Ausschaltung des größten Teils der subjektiven Faktoren sprechen kann, ist dies bei den Roggenbackversuchen nicht der Fall. Die meisten Backversuche werden in der Praxis so durchgeführt, daß unter Benutzung eines vorliegenden Vollsauers mit dem zu prüfenden Mehl ein Teig bereitet wird, der dann verbacken wird. Auf diese Weise wird im Durchschnitt 35 bis 40 % eines anderen Mehles, aus dem der Vollsauer hergestellt worden ist, mit untersucht, so daß das fertige Brot nicht die Backfähigkeit des zu untersuchenden Mehles angibt, sondern von einer Mischung mit einem zweiten Mehl. Man wird gegen diese Art der Durchführung von Backversuchen nichts einzuwenden haben, wenn es sich darum handelt, Zusätze der verschiedensten Art, z. B. Backhilfsmittel und Backzutaten zu prüfen. Sollen jedoch verschiedene Mehle miteinander verglichen werden, so werden die bei diesen Mehlen backtechnischen Unterschiede durch die Prüfung der Mehlmischung sehr stark verwischt. Man ist zu diesem Verfahren übergegangen, weil es sehr schwierig ist, eine vollständige Sauerteigführung mit getrennten Anfrisch-, Grund- und Vollsauern so heranzuführen, daß man von einer gleichmäßigen Sauerteigführung bei den verschiedenen zu prüfenden Mehlen, die erste Voraussetzung für eine exakte Backmethodik auf der Grundlage einer Sauerteigführung überhaupt, sprechen kann. Es kommt weiter hinzu, daß die vollständige Durchführung einer Sauerteigführung mit vielen zu prüfenden Mehlen einen sehr erheblichen Aufwand an Zeit und Kosten mit sich bringt, der bei umfangreicheren Roggenmehlprüfungen für praktische Untersuchungen kaum zu tragen ist.

Neben der Anwendung der Sauerteigführung für die Prüfung der Roggenbackfähigkeit hat nun Neumann (79) bereits vor vielen Jahren den Roggen-Hefebackversuch vorgeschlagen. Er stellt wesentlich größere Anforderungen an die Backfähigkeit der Roggenmehle, und zwar aus zweierlei Gründen. Einmal ergibt das Roggenmehl in sauren Substraten wesentlich bessere Teige in bezug auf Bindigkeit und Lockerungsfähigkeit, und andererseits bringt eine längere Teigführung, wie Lemmerzahl (60, 61) durch eingehende Prüfungen nachweisen konnte, eine bessere Vorbereitung der Mehlsubstanz für den Lockerungs- und Backprozeß. Wägt man die beiden Backmethoden gegeneinander ab, so kann man zusammenfassend folgern, daß durch den Roggen-Hefebackversuch infolge seiner hohen Anforderungen, die er stellt, viele Mehle als wenig backfähig herausgestellt werden, die mit Sauerteigführung verbacken, eine befriedigende Backqualität haben. Sicher kann jedenfalls geschlossen werden, daß ein Roggenmehl, das im Hefebackversuch noch eine einwandfreie Brotbeschaffenheit aufweist, unbedingt als gut anzusprechen ist.

In den letzten Jahren wurden im Institut für Bäckerei recht gute Erfahrungen gesammelt mit Roggenbackversuchen auf der Grundlage der Hefeführung, bei der geringe Mengen an Milchsäure, z. B. 3 %, zugesetzt wurden. Dieser 3prozent. Milchsäurezusatz verbessert die Teig- und Broteigenschaften außerordentlich stark, andererseits aber bringt er eine unzureichende Säuerung in den Roggenteig, so daß empfindlichere Roggenmehle auch bei dieser Art der Roggenteigführung versagen. Man erhält bei einem 3prozent. Milchsäurezusatz im Durchschnitt etwa einen Säuregrad im Brot von 5,0, während als normal ein Säuregrad von 6,5 bis 7,5 bei dem gewöhnlichen Roggenbrot als durchschnittlich bezeichnet werden kann.

In der vorliegenden Arbeit sind trotz der erheblichen Schwierigkeiten und der vielen Umstände, die mit dem Sauerteigbackversuch verbunden sind, sofern man sämtliche Stufen getrennt führt, neben der Sauerteigführung auch noch die Hefebrote mit Milchsäurezusatz hergestellt worden, um einen deutlichen Einblick in die Backeigenschaften der einzelnen Sorten zu gewinnen. Infolge der Umständlichkeit der Versuche wurden einige wenige Sorten, die wirtschaftlich in Deutschland keine erhebliche Rolle spielen, nicht in diese Backprüfungen einbezogen.

Im folgenden sollen nunmehr zunächst die beiden Backmethoden beschrieben werden.

### a) Roggenbackversuch mit Sauerteig

(75—80prozent. ausgemahlenes Roggenmehl zugrunde gelegt)

Aus 50 g Anfrischsauer, der einer normalen Sauerführung entnommen ist, wird mit 80 ccm Wasser und Mehl abends ein Grundsauer mit einer Teigausbeute von 150 bis 155 (fester Teig) und einer Teigtemperatur von 23 bis 24° bereitet, der über Nacht in einer Backschüssel steht. Nach 9 Stunden gibt man 250 ccm Wasser hinzu und so viel Mehl, daß der hergestellte Vollsauer eine Teigausbeute von 185 (weicher Tag) hat. Der Vollsauer steht bei einer Temperatur von 28°.

Nach 3 Stunden wird der Teig bereitet. Die gesamte, vom Anfrischsauer bis zum Teig verarbeitete Mehlmenge beträgt 1000 g, sie wird vorher abgewogen und der letzte Teil des Mehles beim Teigmachen zugegeben. Die Teigtemperatur soll 28° betragen, beim Teigmachen werden 12,5 g Salz zugesetzt. Nach einstündiger Gare des Teiges wird durchgestoßen, 1400 g Teig abgewogen, gewirkt und auf einem Brett oder in einem Tuch eingezogen auf Endgare gestellt, die im Durchschnitt 35 bis 60 Minuten beträgt. Das Teigstück steht am besten frei, also nicht in Körben oder in Schüsseln, weil auf diese Weise der Stand besser zu beobachten ist.

### b) Roggenbackversuch mit Hefe und Milchsäure

Aus 400 g Roggenmehl und 2,5 g Hefe wird ein Vorteig mit einer Teigausbeute von 175 bereitet. Zu dem Mehl sind also 297,5 ccm Wasser zu geben. Der Vorteig steht 3 Stunden lang bei 27°. Unter Zusatz von 3 ccm 80prozent. Genußmilchsäure und 12,5 g Salz gibt man nun weitere 600 g Mehl und so viel Wasser hinzu, daß der Teig eine normale Festigkeit erhält. Die Teigtemperatur beträgt wiederum 28°. Nach einstündiger Gare wird er durchgestoßen und ein Teigstück von 1400 g aufgemacht, das auf Endgare gestellt und dann in der gleichen Weise wie beim Sauerteigbackversuch abgebacken wird.

Ebensowenig wie über die Backmethodik bei Roggen feste und sichere Grundlagen vorhanden sind, fehlen auch feste Beurteilungsgrundlagen für die Brote. Im Gegensatz zu den Weizenbackversuchen legt man beim Roggenbrot gewöhnlich nicht so großes Gewicht auf das Volumen. Die Volumausbeuten sind an sich durchschnittlich um 100 Teile bei Roggen niedriger als bei Weizen und weiterhin findet man nicht die großen Unterschiede im Volumen beim Roggenbrot, wie es beim Weizenbrot der Fall ist. Über die Beurteilung des Roggenbrotes sind Ausführungen in der Literatur vorhanden (1, 3, 4, 19, 20, 45, 66, 86, 116). In dieser Arbeit wurden die Backversuche nach folgenden Richtlinien beurteilt.

Man ist darauf angewiesen, die verschiedenen Eigenschaften der Roggenbrote vornehmlich zu umschreiben, Zahlenwerte sind lediglich für die Teig-

ausbeute, Brotausbeute und für die Gärzeit sowie für den Säuregrad des Brotes anzugeben. Bei den backtechnischen Werten ist aber z. B. die Teigbeschaffenheit nur durch Kennworte, wie weich, normal usw. wiedergegeben. In den Tabellen wurde jeweils diejenige Beschaffenheit mitgeteilt, die bei der überwiegenden Zahl der verschiedenen Herkünfte einer Sorte ermittelt worden ist.

Ein sehr wichtiger Faktor für die Beurteilung des Roggenbrotes ist die Form des Brotlaibes. Ganz abgesehen davon, daß ein abgeplatteter oder kreisrunder Querschnitt beim Verbraucher Anstoß erregt, gibt auch die Form wertvolle Hinweise auf die Backfähigkeit des Roggenmehles insofern, als z. B. ein breitgelaufener Teig bei normaler Teigfestigkeit auf eine gewisse Schwäche der Backfähigkeit hindeutet. Es kennzeichnet sich damit ein Mangel an Bindigkeit und Lockerungsfähigkeit, der sich bei der Herstellung des Brotes bereits in der Teigbeschaffenheit kenntlich macht. Für die Beurteilung der Backfähigkeit der Roggensorten ist daher dem Stand der Brote eine große Bedeutung beizumessen. Die Abstufungen in der Form erfolgte in den nachstehenden Tabellen in folgender Weise:

1. gut
2. fast gut
3. ziemlich gut
4. befriedigend
5. flach.

Bei gleichmäßiger Backweise und gleichmäßiger Ausmahlung der Mehle sind bei den Sortenprüfungen keine erheblichen Unterschiede in der Bräunung zu erwarten. Sie wurden jedoch bei den Backversuchen beobachtet, und in den Tabellen wurde daher vermerkt, ob die Bräunung gut oder bei stärkerer Bräunung als kräftig bezeichnet werden mußte.

Für die Beurteilung der Lockerung des Roggenbrotes liegt bisher keine Porenskala vor. Es ist auch wenig Anlaß gegeben, eine solche zu verwenden, weil sich bei den Roggenbroten noch mehr als bei Weizenbroten durch ein Vergleichen der zur gleichen Zeit gebackenen Roggenbrote die Unterschiede deutlicher erkennen lassen als durch zahlenmäßige Festlegung der Porung. In Zusammenhang mit den vorher erwähnten geringen Unterschieden im Brotvolumen sind auch die Differenzen in dem Lockerungsgrad bei Roggenbrot verhältnismäßig geringer. Die Eingruppierung der Versuchsbrote bezüglich der Lockerung folgt nach einer Skala, in der die Lockerungsgrade folgendermaßen eingeteilt wurden:

1. gut
2. fast gut
3. ziemlich gut
4. ausreichend
5. schlecht.

Bei der Gleichmäßigkeit der Krume, mit der die Art der Verteilung der verschiedenen Porengrößen ausgedrückt werden soll, wurden folgende Stufen festgelegt:

1. gleichmäßig
2. ziemlich gleichmäßig
3. etwas ungleichmäßig
4. ziemlich ungleichmäßig
5. ungleichmäßig.

In diesen Abstufungen sind die ungleichmäßigeren Lockerungen stärker berücksichtigt worden, weil beim Roggenbrot niemals eine gleichmäßige Porung geschaffen werden kann.

Eine erhebliche Rolle spielt ferner die Elastizität bei der Beurteilung des Roggenbrotes. Sie ist ein Kennzeichen für die Schnittfestigkeit und die Kaufähigkeit. Leider findet sie bei Backprüfungen nicht immer die genügende Beachtung, denn neben der Form kann sie als die wichtigste Backeigenschaft bei der Brotprüfung bezeichnet werden. Bei der Prüfung der Elastizität ist man ganz auf subjektive Feststellungen angewiesen. Die von verschiedenen Seiten für ihre Bestimmung entwickelten Apparaturen haben sich nicht als zuverlässig und genügend empfindlich erwiesen. Am besten verfährt man so, daß man bei der Prüfung der Elastizität das Brot neu anschneidet und dann unter Umfassung des Brotes mit beiden Händen an der frischen Schnittfläche mit beiden Daumen einen gleichmäßigen Druck ausübt. Die Reaktion der Brotkrume auf diesen Druck und insbesondere ihr Verhalten hinsichtlich Nachgeben der Krume oder Einreißen sowie das Zurückgehen der Krume in ihre ursprüngliche Lage oder die Bildung von Rissen und Vertiefungen in der Krume werden dann für die Festlegung der verschiedenen Elastizitätsgrade herangezogen. Zweckmäßigerweise wird die Einstufung der Elastizität in folgende Klassen vorgenommen:

1. sehr gut
2. gut
3. fast gut
4. mäßig
5. ungenügend.

Die Ergebnisse der Roggenbackversuche mit Sauerteig und Milchsäure sind in den Tabellen 23 bis 26 niedergelegt.

Was zunächst die backtechnischen Werte angeht, so zeigt sich hinsichtlich der Teigausbeute bei den verschiedenen Sorten im Mittelwert ein Unterschied von höchstens 4 Ausbeutezahlen beim Sauerteigbackversuch und von 9 bei dem Hefebackversuch mit Milchsäure. Wenn das Sortenmittel mit 155 beim Sauerteigbackversuch niedriger liegt als das Sortenmittel des Hefebackversuches mit 159, so ist dieses darauf zurückzuführen, daß der Gärverlust beim Sauerteigbackversuch infolge der langen Führung und der anderen Art der Gärung größer ist, und weiterhin wurden zwecks Erzielung größerer Unterschiede absichtlich bei dem Hefebackversuch etwas weiche Teige gehalten, wenn auch die Mittelwerte für die Teigausbeute bei den einzelnen Sorten nicht in allen Fällen beim Sauerteig- und Hefebackversuch gleichsinnig sind, so kann doch geschlossen werden, daß bei den Roggensorten gewisse Unterschiede bestehen. Auf die Ursachen der verschieden hohen Teigausbeuten bei den einzelnen Sorten wird später bei den Korrelationsrechnungen eingegangen werden. Im allgemeinen läuft die Brotausbeute mit der Teigausbeute parallel. Für die Betrachtung der Ausbeutezahl erweist sich die Teigausbeute als zuverlässiger, weil bei der Brotausbeute als zusätzliche Fehlerquelle noch der verschiedene Ausbackverlust hinzukommt. Bei einer näheren Betrachtung der Mittelwerte für die Brotausbeute kann daher bei den einzelnen Sorten abgesehen werden.

Die Teigbeschaffenheit mußte bei dem Sauerteigbackversuch bei Petkuser gelegentlich als weich bezeichnet werden, trotzdem die mittlere Teigausbeute dieser Sorte mit 154 unter dem Sortenmittel lag, demgegenüber wurden bei dem deutschen Ring-Roggen und Carstens Kurzstroh-Roggen gelegentlich feste Teige beobachtet, trotzdem im Mittel bei diesen Sorten eine recht gute Teigausbeute festzustellen war.

Infolge der geringeren Säuerung und der veränderten Führung war insgesamt die Teigbeschaffenheit bei der Hefeführung geringer. Schwächere Teigeigenschaften wurden insbesondere bei den Sorten Jaegers norddeutscher

Champagner, Meußelsdorfer Fichtelgebirgs und Brandts Marien-Roggen gefunden.

Bei den Sauerteigbackversuchen ist weiterhin die Gärzeit in Tabelle 23 aufgeführt worden. Es handelt sich dabei um die Gärzeit der aufgemachten Teigstücke, die im Mittel bei den Sorten zwischen 35 und 41 schwankt, Unterschiede, die keine praktische Bedeutung besitzen.

Tabelle 23
Roggenbackversuche mit Sauerteig
(Mittelwerte)
a) Backtechnische Werte

| Sorte | Teigausbeute | Brotausbeute | Gärzeit (Minuten) | Teigbeschaffenheit |
|---|---|---|---|---|
| Petkuser | 154 | 133 | 39 | weich-normal |
| Deutscher Ring-Roggen | 155 | 130 | 35 | normal-fest |
| Petkuser Kurzstroh | 156 | 133 | 36 | normal |
| Nordost | 157 | 133 | 40 | normal |
| Probsteier | 154 | 132 | 41 | normal |
| Brandts Marien | 153 | 130 | 37 | normal |
| Carstens Kurzstroh | 155 | 135 | 36 | etwas fest |
| Sortenmittel | 155 | 133 | 38 | |

In Tabelle 24 und 26 sind die Beurteilungsergebnisse von den Versuchsbroten aufgeführt.

Der Säuregrad des Brotes gibt einen Hinweis, ob die Sauerteigführung im Sauerteigbackversuch bei den verschiedenen Mehlen gleichmäßig gehalten worden ist. Tabelle 23 zeigt, daß die Schwankungen bei den einzelnen Sorten zwischen 6,6 und 7,3 liegen, also innerhalb einer verhältnismäßig engen Grenze. Wenn man berücksichtigt, daß die Roggenteige einen gewissen, wenn auch geringen Unterschied in dem Säuerungsvermögen haben, so können diese

Tabelle 24
Roggenbackversuche mit Sauerteig
(Mittelwerte)
b) Beurteilung der Brote
(Durchschnittsergebnisse)

| Sorte | Säuregrad des Brotes | Form | Bräunung | Lockerung | Gleichmäßigkeit der Krume | Elastizität der Krume |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Petkuser | 6,7 | gut | gut — kräftig | ausreichend — gut | etwas ungleichmäßig — ziemlich gleichmäßig | gut — sehr gut |
| Deutsch. Ring-Roggen | 6,6 | fast gut — gut | gut | ziemlich gut — gut | ziemlich ungleichmäßig — ziemlich gleichmäßig | gut |
| Petkuser Kurzstroh | 7,2 | ziemlich gut — gut | gut | ziemlich gut — fast gut | ziemlich ungleichmäßig — ziemlich gleichmäßig | gut — sehr gut |
| Nordost | 6,6 | gut | kräftig | ziemlich gut | etwas ungleichmäßig | sehr gut |
| Probsteier | 7,3 | fast gut | kräftig | ziemlich gut | etwas ungleichmäßig | fast gut |
| Brandts Marien | 7,1 | fast gut | gut | fast gut | ziemlich gleichmäßig | sehr gut |
| Carstens Kurzstroh | 7,1 | fast gut | gut | ziemlich gut | ziemlich gleichmäßig | zieml. gut |
| Sortenmittel | 6,8 | — | — | — | — | — |

Unterschiede doch als geringfügig bezeichnet werden. Bei den Hefebackversuchen wurde, wie bereits betont, eine mildere Säuerung der Roggenteige erstrebt, hier wurde ein mittlerer Säuregrad von 5,2 erzielt. Die Ergebnisse in Tabelle 23 und 26 lassen sortentypische Unterschiede nicht erkennen. Die gefundenen Differenzen liegen innerhalb der Fehlergrenzen.

Tabelle 25
Roggenbackversuche mit Hefe und 3% Milchsäure
(Mittelwerte)
a) Backtechnische Werte

| Sorte | Teigausbeute | Brotausbeute | Gärzeit (Minuten) | Teigbeschaffenheit |
|---|---|---|---|---|
| Petkuser | 157 | 134 | 33 | gut-normal |
| Deutscher Ring-Roggen | 159 | 136 | 38 | gut-normal |
| Petkuser Kurzstroh | 158 | 135 | 40 | gut-normal |
| Jaegers norddeutscher Champagner | 166 | 142 | 28 | weich |
| Nordost | 159 | 137 | 36 | gut |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | 162 | 140 | 27 | weich |
| Probsteier | 161 | 136 | 48 | gut |
| Brandts Marien | 158 | 133 | 29 | etwas weich |
| Carstens Kurzstroh | 163 | 137 | 44 | gut |
| Sortenmittel | 159 | 135 | 36 | — |

Tabelle 26
Roggenbackversuche mit Hefe und 3% Milchsäure
b) Beurteilung der Brote
(Durchschnittsergebnisse)

| Sorte | Säuregrad des Brotes | Form | Bräunung | Lockerung | Gleichmäßigkeit der Krume | Elastizität der Krume |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Petkuser | 5,1 | ziemlich gut — gut | gut — kräftig | schlecht — gut | gleichmäßig — zieml. ungleichmäßig | gut — fast gut |
| Deutsch. Ring-Roggen | 5,3 | flach — gut | gut | ziemlich gut — gut | gleichmäßig — zieml. ungleichmäßig | gut — sehr gut |
| Petkuser Kurzstroh | 5,2 | ziemlich gut — gut | gut | fast gut — gut | ziemlich gleichmäßig — etwas ungleichmäßig | gut — mäßig |
| Jaegers norddeutscher Champagner | 5,9 | zieml. gut | gut | gut | ziemlich gleichmäßig | sehr gut |
| Nordost | 5,5 | sehr gut | gut | fast gut | ziemlich gleichmäßig | fast gut |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | 5,3 | befriedigend | gut | ausreichend | etwas ungleichmäßig | gut |
| Probsteier | 4,6 | fast gut | gut | fast gut | ziemlich gleichmäßig | gut |
| Brandts Marien | 5,4 | sehr gut | gut | gut | ziemlich ungleichmäßig | sehr gut |
| Carstens Kurzstroh | 5,0 | fast gut | gut | ausreichend | etwas ungleichmäßig | gut |
| Sortenmittel | 5,2 | — | — | — | — | — |

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Eigenschaften zeichneten sich größere Unterschiede bei den Sorten in der Form der Brote ab. Sowohl

beim Sauerteig- als auch beim Hefebackversuch wiesen die Brote aus den Sorten Petkuser und Nordost eine recht gute Form auf, besonders bemerkenswert ist, daß die Sorte Nordost bei guter Form des Brotes auch ein hohes Amylogramm hatte, während die in der Form geringeren Sorten Meußelsdorfer Fichtelgebirgs-, Deutscher Ring- und Carsteus Kurzstroh-Roggen im Gegensatz dazu ein niedriges Amylogramm ergaben. Die hier gekennzeichneten Unterschiede in der Form traten bei vielen Broten dieser Sorte auf, so daß sie als sortentypisch ausgesprochen werden können.

In der Bräunung der Brote konnten nur geringe Unterschiede festgestellt werden. Bei beiden Teigführungen war die Bräunung von Petkuser kräftiger als bei dem größten Teil der übrigen Sorten. Beim Sauerteigbackversuch zeigte sich weiter Nordost und Probsteier durch eine kräftige Bräunung aus. In der Lockerung der Brote lagen die Sorten im Mittel sehr eng zusammen. Es ist nicht möglich, eindeutige Sortengruppen mit besserer und geringerer Lockerung herauszufinden, höchstens wäre die gute Lockerung bei Brandts Marien bemerkenswert. Während bei der Gleichmäßigkeit der Krume keine bemerkenswerten Sortendifferenzen zu finden waren, zeigen die verschiedenen Versuchsbrote eindeutige Unterschiede in der Elastizität der Krume. Besonders zeichnet sich in der Elastizität die Sorte Brandts Marien-Roggen aus, weiterhin Jaegers norddeutscher Champagner, dagegen fallen die Sorten Nordost und Petkuser in der Beurteilung nicht gleichmäßig bei beiden Teigführungen aus.

Zusammenfassend kann aus diesen Backprüfungen gefolgert werden, daß sie trotz der gelegentlich ermittelten sortentypischen Befunde keine erheblichen backtechnischen Differenzen bei den in Deutschland angebauten Roggensorten aufzeigen. Sie sind in dieser Arbeit über Roggenbackfähigkeit lediglich der Vollständigkeit halber aufgeführt, sie können nicht empfohlen werden für eingehende Sortenprüfungen und noch weniger für die Untersuchung von Roggenstämmen auf Backfähigkeit, besonders auch deshalb, weil ihre Durchführung zu umständlich ist. Die bisher in der Literatur vorliegenden Backversuche, die meist allerdings in sehr geringer Zahl vorhanden sind und schon aus diesem Grunde keine Schlußfolgerungen zulassen, hatten ein ähnliches Ergebnis. Immerhin haben die hier aufgeführten Backversuche eine gewisse Bedeutung für die später beschriebenen Korrelationsrechnungen. Es ist darauf verzichtet worden, im Hinblick auf die bei den Sorten ermittelten Ergebnisse ähnliche Zusammenstellungen über die Anbauorte zu bringen, da eindeutige Schlüsse aus diesen Tabellen nicht geschlossen werden konnten.

Die ausländischen Sorten zeigten bei den Backprüfungen im Vergleich zu den deutschen Roggensorten keine besonderen Merkmale. Lediglich im Säuerungsvermögen lagen sie etwas höher als die deutschen Proben. Immerhin sind die Unterschiede in dieser Richtung nicht sehr groß, wie die Tabelle 27, in der auch die übrigen Mittelwerte aufgeführt sind, zeigt.

Tabelle 27
Mittelwerte bei den ausländischen Sorten

| | Sauerteig-backversuch | Hefe-backversuch |
|---|---|---|
| Teigausbeute | 154 | 153 |
| Brotausbeute | 135 | 134 |
| Gärzeit | 40 Minuten | 38 Minuten |
| Säuregrad | 9,4 | 6,5 |

## D. Einzelfaktoren der Backfähigkeit und Korrelationen

Bei dem Begriff Roggenbackfähigkeit handelt es sich um eine Summe von verschiedenen Einzelfaktoren, die für die Backqualität maßgeblich sind und die einen Gesamtausdruck in dem Ergebnis des Backversuchs finden. Jedoch haben wir die Roggenbackfähigkeit unter gänzlich veränderten Gesichtspunkten zu betrachten als die Weizenbackfähigkeit. Zunächst verwendet man im allgemeinen bei der Verarbeitung des Roggenmehles ein gänzlich anderes Gärsystem als bei Weizenmehl, nämlich die Sauerteigführung. Weiterhin ist die chemische Zusammensetzung des Roggenmehles in mehrfacher Hinsicht anders als die des Weizenmehles. Wesentliche Unterschiede bestehen ferner in dem Aufbaugrad des Roggen- und Weizenmehles, besonders hinsichtlich Stärke und Eiweiß, nämlich insofern, als das Roggenmehl beispielsweise gegen alle Abbauerscheinungen wesentlich labiler ist. Schließlich sind auch die Auswirkungen guter und schlechter Backfähigkeit beim Roggen- und Weizenmehl durchaus unterschiedlich. Während das Weizenmehl, das schlecht backfähig ist, Schwierigkeiten bereitet in der Aufarbeitung der Teige und weiterhin unregelmäßig gelockerte, kleinsichtige und grobporige Brote liefert, treten mangelhafte Backqualitäten beim Roggenbrot vornehmlich in Form von groben Brotfehlern in Erscheinung, z. B. in Form von Rissen in der Krume, Abbacken des Teiges, Süß- und Brandblasen, völlig klitschiger Krumebeschaffenheit und mangelhafter Schnittfestigkeit der Krume, Fehler, die in diesem Ausmaß beim Weizenbrot im allgemeinen unbekannt sind. Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen der Roggen- und der Weizenbackfähigkeit besteht weiter in der Richtung, daß das Roggenmehl auf die beim Weizen üblichen backverbessernden Zusätze mit Ausnahme des Quellmehles bei weitem nicht so stark reagiert wie das Weizenmehl. Andererseits bietet die Teigführung und die reine Backtechnik überhaupt beim Roggenmehl wesentlich mehr Möglichkeiten eines Ausgleichs schlechter Backfähigkeit, als es beim Weizenmehl der Fall ist.

Wenn wir auch den Roggenbackversuch für die Beurteilung der Roggenbackfähigkeit als maßgeblich bezeichnen müssen, so ist es andererseits unsere Aufgabe, den Sammelbegriff Roggenbackfähigkeit zu zergliedern, die wichtigsten Einzelkomponenten in ihrer Bedeutung darzustellen und einfachere Methoden für die Bestimmung der Backfähigkeit zu entwickeln und anzuwenden. Mehr noch als beim Weizenbackversuch ist diese Arbeitsrichtung notwendig im Hinblick auf die schwierigere Durchführung der Roggenbackversuche für die Beurteilung der Roggenbackfähigkeit für die Züchtung und für die Roggen verarbeitenden Gewerbe. Aus diesem Grunde soll in diesem Abschnitt auf Grund der vorher mitgeteilten Untersuchungsergebnisse eine Einzeldarstellung der verschiedenen Faktoren für die Roggenbackfähigkeit und der beim Roggen festzustellenden Korrelationen zwischen den einzelnen Eigenschaften gegeben werden.

### 1. Eiweiß des Roggens

#### a) Eiweißmenge

Was die Beziehungen des Eiweißgehaltes zur Roggenbackfähigkeit angeht, so lassen sich diese wie folgt umreißen.

Infolge der hohen Quellfähigkeit der Getreideeiweiße bestimmt zunächst der Eiweißgehalt in sehr starkem Maße die Teigeigenschaften. Die bei den Backversuchen vermerkten Beurteilungen für die Teigbeschaffenheit sind in sehr starkem Maße abhängig von dem Eiweißgehalt. Insbesondere ist die Wasseraufnahmefähigkeit des Roggenmehles, die durchschnittlich um 7 %

niedriger liegt als bei Weizenmehlen, von dem Eiweißgehalt abhängig. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß die Teigausbeute beim Roggenmehl insofern eine besondere Beachtung verdient, als das Roggenmehl im allgemeinen in bezug auf Wasseraufnahmefähigkeit nicht die für die Teigbereitung und für den Backprozeß optimalen Bedingungen erfüllt. Es kommt häufiger vor, daß nach der Wasserabgabe des Eiweißes bei der Gerinnung desselben beim Backprozeß für die Verkleisterung der Stärke ungenügende Mengen an Wasser zur Verfügung stehen, weil das Eiweiß, besonders wenn es nicht in genügenden Mengen vorhanden ist, nur ungenügende Wassermengen für die Verkleisterung frei machen kann, ein Mangel, der bei Weizenmehlen kaum zu beobachten ist. Die Bäckereitechnik entwickelte aus diesem Grunde die bei Roggenmehl in Deutschland in sehr starkem Maße zur Anwendung gelangenden Quellmehle (aufgeschlossene Stärken), die bereits bei der Teigbereitung eine vielfache Menge ihres Eigengewichts an Wasser binden und dieses Wasser später beim Backprozeß frei machen können. Bei der Brotbäckerei wirkt sich eine mangelhafte Wasseraufnahmefähigkeit in einer weichen, nachlassenden Teigbeschaffenheit und ungenügender Elastizität der Krume aus. Die Brotkrume ist weiterhin wenig saftig und in extremen Fällen können Rißbildungen in der Krume auftreten.

Ein höherer Eiweißgehalt ist ferner von Einfluß auf die Knetzeit. Eiweißreiche Roggenmehle verlangen eine intensivere Durcharbeitung des Teiges bei der Teigbereitung. Es hängt dies damit zusammen, daß infolge der höheren Eiweißmenge eine stärkere Wasserbindung und eine längere Quellzeit eintritt. Es ergeben weiter die später mitgeteilten Korrelationsrechnungen, daß eine verhältnismäßig enge Beziehung zwischen Eiweißgehalt und Teig- bzw. Brotausbeute besteht. Diese Korrelationen werden sowohl bei der Bearbeitung von Herkünften einer Sorte als auch bei der Bearbeitung des gesamten Untersuchungsmaterials gefunden. In Übereinstimmung mit den früheren Ernteuntersuchungen von Klemt (48, 49) kann man folgende Grenzzahlen für den Eiweißgehalt bei Benutzung des Faktors 6,25 für Roggen aufstellen:

| | |
|---|---|
| unter 9,0 % | eiweißarm |
| 9,0 % bis 11,0 % | mittlerer Eiweißgehalt |
| über 11,0 % | eiweißreich |

Proteinreiche Teige sind in der Bäckerei besonders erwünscht für Mischbrot, Hefebrot und dunkle Brotsorten, insbesondere für Vollkornbrot.

### b) Beschaffenheit des Eiweißes

Wir sind gewohnt, bei der Weizenbackfähigkeit der Beschaffenheit des Eiweißes mehr Beachtung zu schenken als der Eiweißmenge. Nach den bisher bei Roggen vorliegenden Untersuchungen können wir für die Roggenbackfähigkeit nicht die gleiche Schlußfolgerung ziehen. Man muß sich zunächst vergegenwärtigen, daß zwischen dem Eiweiß des Roggens und dem Kleber des Weizens grundsätzliche Unterschiede bestehen. Da sich aus Roggenmehl Kleber auch unter den verschiedenartigsten Bedingungen und selbst nach vielseitiger Behandlung des Roggenmehles nicht auswaschen läßt, kann man beim Roggen von Kleber nicht sprechen. Die Chemie der Eiweißstoffe des Roggens ist wenig erforscht. Sie macht deshalb so geringe Fortschritte, weil es bisher nicht gelang, die Eiweißstoffe in unveränderter Form zu isolieren, wie dies wenigstens bis zu einem gewissen Grade bei den Klebereiweißen des Weizens der Fall ist. Osborne (83) wies bereits nach, daß das Roggeneiweiß eine höhere Löslichkeit besitzt als das Weizeneiweiß.

Nach Neumann (79) sind beispielsweise bei hellen Roggenmehlen bei 12stündigem Auszug 42% in Wasser löslich, bei entsprechenden hellen Weizenmehlen dagegen nur 19%. Das Glutenin konnte bisher mit Sicherheit nur im Weizen nachgewiesen werden. Bei dem Roggeneiweiß steht der sichere Nachweis noch aus, wenn auch mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, daß Roggen ebenso wie Weizen Glutenin enthält. Man könnte sich, um das unterschiedliche Verhalten der Eiweißstoffe dieser beiden Getreidearten zu erklären, eine verschiedenartige Verteilung und unterschiedliche physikalische Eigenschaften vorstellen. Bezüglich des Gliadins konnte Holl (42) ein verschiedenes Verhalten von extrahierten Roggen- und Weizengliadinlösungen feststellen. Versetzt man derartige Lösungen mit 70prozent. alkoholischer n/10 Natronlauge, so entsteht bei Roggen eine Trübung, die bei weiterer Natronlaugezugabe in einen kolloiden Niederschlag verwandelt wird. Die Weizengliadinlösung zeigt dagegen keinerlei Trübung oder Fällung. Tillmans (123) fand im allgemeinen einen höheren Kohlehydratgehalt bei dem nach der Methode von Fleurent dargestellten Gliadin beim Roggen im Vergleich zum Weizen. Ob diesen Befunden eine technische Bedeutung zukommt, ist bisher ungeklärt.

Eine theoretische Begründung für das verschiedene Verhalten von Roggen- und Weizeneiweiß gab Mohs (71) mit der Lösung des Gliadins infolge der Teigsäuerung und der Vergärung der Quellung hindernden Kohlehydrate sowie der Quellung des Glutenin ähnlichen Eiweißstoffes beim Roggen. Neumann (79) begründet die beim Roggenteig fehlende Kleberbildung mit der Beschaffenheit des Glutenins. Setzt man einem Weizenmehl bis zu ein Drittel Roggenmehl zu, so läßt sich aus diesem Roggen-Weizenmehlgemisch mehr Kleber gewinnen als rein rechnerisch auf Grund des Weizenmehlanteils zu erwarten wäre, unter der Voraussetzung, daß man das Roggenmehl als indifferenten Stoff betrachtet. Es müssen also in diesem Falle die Eiweißstoffe des Roggens an der Kleberbildung teilgenommen haben. Erhöht man den Roggenmehlanteil, so sinkt der Klebergehalt, und aus einer Mischung von gleichen Teilen Roggen- und Weizenmehl ist kaum noch Kleber auszuwaschen. Allerdings verhalten sich die einzelnen Mischungen bei Verwendung verschiedener Weizenmehlqualitäten unterschiedlich und Neumann benutzte diese Erkenntnis für eine Kleberqualitätsprüfung durch Mischung des Weizenmehles mit einem Roggenmehl. Einen sehr wertvollen Beitrag zur Backfähigkeit lieferten v. Fennyvessy (24) und v. Fellenberg (23). v. Fennyvessy vermutet, daß das Zusammentreten der Roggeneiweißstoffe zu Kleber verhindert wird durch bestimmte Substanzen, und v. Fellenberg extrahierte aus Roggenmehl Dextrin und gummiartige Substanzen, die er dann einem Weizenteig zusetzte. Bereits 1,5% dieser Substanzen machten ein Auswaschen des Klebers unmöglich und bei einer mikroskopischen Prüfung ergab sich, daß die Kleberteilchen keinen Zusammenhang hatten, offenbar weil das Zusammentreten durch die gummiartigen Stoffe verhindert worden war. Diese auf experimenteller Grundlage fußende Auffassung über die Störung der Kleberbindung durch die Schleimstoffe des Roggenmehles, auf die später noch einzugehen ist, konnte in Versuchen im Institut für Bäckerei von Rotsch (99a) nicht bestätigt werden.

In neuerer Zeit hat Kühl (54, 55) die Theorie aufgestellt, daß die Eiweißkörper des Roggenteiges infolge ihrer großen Oberflächenaktivität in eine mechanische Bindung mit der quellenden Stärke treten und auf diese Weise eine kleberähnliche Adsorptionsverbindung bilden. Diese Theorie entbehrt jedoch noch des experimentellen Nachweises. Über die Löslichkeit des Roggenproteins in Wasser und schwacher Milchsäure sind Untersuchungen

von Lemmerzahl (60, 61) durchgeführt worden. Er wies die hohe Löslichkeit der Roggeneiweißstoffe erneut nach und weiterhin ihre Zunahme in den einzelnen Sauerstufen. Der Vorzug, den eine saure Führung des Roggenteiges bezüglich seiner Backqualität hat, kann also nicht mit einer Verminderung der Löslichkeit der Roggeneiweißstoffe begründet werden.

Leider fehlen uns bisher geeignete Methoden für die Bestimmung der Eiweißqualität von Roggen und Roggenmehl. Die bei Kleber üblichen Arbeitsweisen scheiden von vornherein wegen der Unmöglichkeit, das Eiweiß des Roggens zu gewinnen, aus. Bei den auf Teigprüfungen beruhenden Untersuchungsmethoden erhält man Werte, die nur geringe Unterschiede zeigen, z. B. beim Farinographen und bei der Schrotgärmethode. Schnelle und Heiser (112) prüften eine Reihe von deutschen Roggensorten nach der Schrotgärmethode und ermittelten gegenüber Weizen eine nur geringe Schwankungsbreite bei den deutschen Roggensorten. Eigene frühere Untersuchungen in der gleichen Richtung in Verbindung mit Backversuchen bestätigten die geringen Unterschiede bei den Sorten und außerdem eine geringe Beziehung zu den Backergebnissen. Die früher mitgeteilten Backversuche geben wiederum keinerlei Anhaltspunkte für wesentliche Unterschiede in der Eiweißbeschaffenheit bei den deutschen Roggensorten. Andernfalls hätten sich stärkere Unterschiede, beispielsweise in der Teigbeschaffenheit zeigen müssen. Hier wurden jedoch, wie früher mitgeteilt, nur bei den Sorten Jaegers norddeutscher Champagner, Meußelsdorfer Fichtelgebirgs- und Brandts Marien-Roggen gegenüber den übrigen Sorten etwas geringere Teigeigenschaften gefunden. Es läßt sich aus diesen Backergebnissen jedenfalls ohne weiteres die Schlußfolgerung ziehen, daß bei dem geprüften Untersuchungsmaterial weder bei deutschen noch bei den ausländischen Sorten erhebliche Unterschiede in der Eiweißqualität festzustellen sind. Es kann daraus eindeutig geschlossen werden, daß die wesentlichste Ursache der Backfähigkeit beim Roggen nicht wie beim Weizen die Eiweißqualität darstellt.

### c) Korrelationen mit dem Eiweißgehalt

In Tabelle 28 sind die Ergebnisse der Korrelationsrechnung mit dem Eiweißgehalt zusammengestellt und zwar für einzelne Sorten, und außerdem ist die Gesamtkorrelation unter Benutzung sämtlicher untersuchten Muster errechnet worden. Jedoch wurden bei der Gesamtkorrelation diejenigen Proben, die einen starken Auswuchsgehalt besaßen, nicht berücksichtigt.

Tabelle 28

Korrelationsrechnungen mit dem Eiweißgehalt

a) Bei einzelnen Sorten

| Sorten | Korrelationszahl zwischen Eiweißgehalt und | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Teigausbeute | Brotausbeute | Amylogrammhöhe | Molinzahl | Maltose | Maltosezahl (62° C) | Glukose |
| Petkuser | 152 (—) | 145 (—) | 150 (—) | 133 (—) | 145 (—) | 125 (—) | 118 (—) |
| Deutscher Ring-Roggen | 96 (+) | 80 (+) | 164 (—) | 109 (—) | 131 (—) | 131 (—) | 157 (—) |
| Jaegers norddeutscher Champagner | — | — | 152 (—) | 136 (—) | 128 (—) | 80 (+) | 96 (+) |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | — | — | 138 (—) | 110 (—) | 128 (—) | 128 (—) | 148 (—) |

b) Gesamtkorrelation

| Korrelation | Korrelationszahl |
|---|---|
| Eiweißgehalt — Teigausbeute | 94 (+) |
| Eiweißgehalt — Brotausbeute | 89 (+) |

Um die mehr oder weniger enge Beziehung zwischen verschiedenen Eigenschaften deutlicher und leichter zu erkennen, wurde die Summe der Differenzen bei der Korrelationsrechnungsweise von Holdefleiß (112b) jeweils in Beziehung zur höchstzulässigen Zahl der Differenzen gesetzt. Die höchstzulässige Zahl wurde jeweils = 100 gesetzt und die gefundene auf diesen Wert bezogen. Liegt die Korrelationszahl (Summe der Differenzen) unter 100, so ist eine Korrelation vorhanden, und je niedriger der Wert, um so enger ist die Beziehung, da bei günstigster Zahlenstellung die Summe der Differenzen 0 ergeben würde. In den Tabellen bedeutet das + Zeichen hinter der Korrelationszahl eine positiven Korrelation, das — Zeichen eine negative. Mit Rücksicht darauf, daß die Zahl der Glieder besonders bei der Rechnung der Gesamtkorrelationen sehr hoch ist, können die errechneten Korrelationen eine sehr große Sicherheit beanspruchen. Bei der Betrachtung der Korrelationszahlen ergibt sich zunächst die auf Grund der früheren Ausführungen zu erwartende Korrelationszahl zwischen Eiweißgehalt und den Ausbeutezahlen für Teig und Brot. Bei Petkuser konnte jedoch eine Korrelation nicht bei der Durchrechnung der Ergebnisse dieser Sorte gefunden werden. Beziehungen zwischen Amylogrammhöhe, Molinzahl, Glucose und Maltose wurden wohl bei einzelnen Sorten, nicht aber in der Gesamtkorrelation gefunden. Da diese Werte im wesentlichsten durch die Kohlehydrate des Roggens bestimmt werden, ist auch eine solche Korrelation nicht zu erwarten. Wenn sie bei einzelnen Sorten dennoch gelegentlich gefunden wird, muß sie als zufällig bezeichnet werden.

Die gefundene Korrelation zwischen Eiweißgehalt und Teig- sowie Brotausbeute gibt uns einen wichtigen Anhaltspunkt für die spätere Betrachtung des Zuchtzieles in der Roggenqualitätszüchtung, besonders deshalb, weil früher auch der Eiweißgehalt des Roggens als eine Eigenschaft erkannt worden ist, die stärker durch die erbliche Veranlagung der Sorte als durch die Umwelt bestimmt wird.

### 2. Stärkeabbauende Enzyme und Zuckergehalt

Die lange Gärführung, die bei der Verarbeitung des Roggenmehles in der Bäckerei angewandt wird, macht einen verhältnismäßig hohen Gehalt an vergärbarem Zucker, der entweder durch einen Enzymvorrat oder durch einen hohen präexistierenden Zuckergehalt bedingt sein kann, notwendig. Es kann als ein glücklicher Umstand bezeichnet werden, daß das Roggenmehl im Vergleich zum Weizenmehl im Verlauf der Teiggärung einen wesentlich höheren Gehalt an vergärbaren Zuckern zur Verfügung stellen kann. Im Roggenteig soll der vergärbare Zucker nicht nur eine gleichmäßige Versorgung der Hefe und eine dementsprechende gleichmäßige Triebleistung sichern, sondern mit Rücksicht auf die Sauerteigführung dient der Zucker daneben auch als Nährmaterial für die Bakterien und Hefen und ist daher in besonderem Maße für die Vermehrung dieser Kleinlebewesen verantwortlich. Darüber hinaus aber dient er auch als Ausgangsmaterial für die Bildung von Säuren, Estern und Geschmacksstoffen, an denen der Sauerteig und auch das Roggenbrot sehr reich ist.

Es fehlt bisher an exakten Bilanzen über die Roggenteiggärung, aus denen man entnehmen könnte, welche Mengen an Zucker für die Sauerteiggärung unter normalen Bedingungen erforderlich sind. Es ist lediglich bekannt, daß die Hefevermehrung in weicheren Substraten wesentlich intensiver verläuft als in festen, da im Gegensatz dazu die Milchsäuregärung durch festere Teige gefördert wird und daß schließlich weichere Teige einen flotteren

Trieb infolge intensiverer Hefegärung gewährleisten. Wenn man den durchschnittlichen Gärverlust bei der Roggenteiggärung für die Sauerteigführung insgesamt im Durchschnitt mit etwa 2% angeben kann, so kennzeichnet bereits diese Zahl, daß mit dem normalen Zuckergehalt in Höhe von 1,5% bei Weizen in der Roggenteiggärung nicht auszukommen ist. Der höhere Gehalt an Enzymen, die leichtere Abbaufähigkeit der Stärke und der höhere Gehalt an präexistierenden Zuckern, der nach den Untersuchungen von Rotsch (98, 99) bei Roggenmehlen etwa 3 mal so hoch liegt als bei Weizenmehlen gleicher Ausmahlung, sind daher vom Standpunkt der Bäckereitechnik als außerordentlich günstig zu bezeichnen.

Bei der Betrachtung der Bedeutung des Gehalts an vergärbaren Zuckern muß weiterhin berücksichtigt werden, daß Roggenmehl gelegentlich eine sehr lange Lagerzeit hat. Im Gegensatz zum Weizenmehl ist das Optimum der Backfähigkeit des Roggenmehles erst nach einer längeren Zeitspanne als bei Weizenmehl erreicht. Die Roggenbackfähigkeit nimmt auch nach monatelanger Lagerung, selbst nachdem das Optimum überschritten ist, nur wenig ab, ein Gesichtspunkt, der für die Vorratswirtschaft von Brotgetreidemehlen von außerordentlich großer Bedeutung ist und der auch der Anlaß dazu ist, warum beispielsweise als Heeresbrot in vielen Staaten Roggenbrot üblich ist, selbst dort, wo von der Bevölkerung allgemein das Weizenbrot bevorzugt wird. Bei längerer Lagerung aber nimmt die diastatische Aktivität des Mehles stark ab. Es treten auch Veränderungen in der Struktur der Stärke auf und diese Tatsachen weisen darauf hin, daß dem Gehalt an vergärbarem Zucker bei Roggen eine besonders große Beachtung zu schenken ist, mehr jedenfalls als es bei Weizen der Fall sein muß. Dies war auch der Anlaß, warum in dieser Arbeit die verschiedenen Zuckerarten deutscher Roggensorten berücksichtigt wurden.

Ebenso wie ein Mangel an vergärbaren Zuckern und geringer diastatischer Kraft nachteilig für die Backfähigkeit des Roggens ist, muß auch ein zu hoher Zuckergehalt und vor allen Dingen ein zu hoher Gehalt an stärkeabbauenden Enzymen als nachteilig bezeichnet werden. Dies ist der Fall bei auswuchshaltigen Mehlen. Immerhin muß in diesem Zusammenhang auch erwähnt werden, daß ein zu starker Stärkeabbau während der Teiggärung bei Roggenteigen durch eine stärkere Säuerung des Teiges vermieden werden kann, ein Hilfsmittel, das uns bei der Weizenteiggärung nicht zur Verfügung steht. Schulerud (118) wies nach, daß beim Roggen neben der $\beta$-Amylase die stärkeverflüssigende $\alpha$-Amylase auch im ruhenden Korn bereits vorhanden ist, während die Enzymforschung die $\alpha$-Form bisher nur im keimenden Getreide vorgefunden hatte. Neben der anderen Struktur der Roggenstärke wird die $\alpha$-Amylase die wichtigste Ursache für die stärkere Abbaufähigkeit der Roggenstärke sein.

Der Rohmaltosegehalt, der vorwiegend für die Bestimmung der vergärbaren Zucker herangezogen wird, sollte nach den Erfahrungen, die bei den Backversuchen gemacht worden sind, etwa zwischen 2,5 und 3,0% liegen. Unterhalb 2% ist eine glatte Triebleistung des Roggenteiges nicht in allen Fällen gewährleistet, überschreitet dagegen die Zuckermenge den Gehalt von 3%, so ist nach den bei diesen Roggenprüfungen gemachten Beobachtungen der Verdacht auf eine Schädigung der Stärke vorhanden. Die Beziehungen zwischen dem Zuckergehalt und den übrigen untersuchten Eigenschaften sind aus Tabelle 29 zu ersehen. Es ergibt sich daraus eine positive Korrelation zwischen Maltosegehalt und Molinzahl, und zwar sowohl bei einer Digestion von 27° als auch bei 62°. Die bei dem Meußelsdorfer Fichtelgebirgs-Roggen beobachtete positive Korrelation zwischen Glucose und

Tabelle 29
Korrelationsrechnungen mit dem Zuckergehalt
a) Bei einzelnen Sorten

| Sorte | Korrelationszahl zwischen | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Glucose — Molinzahl | Glucose — Eiweißgehalt | Maltose — Molinzahl | Rohmaltose — Amylogrammhöhe | Maltose (62°) — Molinzahl |
| Petkuser | 126 (—) | 118 (—) | 112 (—) | 167 (—) | 79 (+) |
| Deutscher Ring-Roggen | 147 (—) | 157 (—) | 69 (+) | 157 (—) | 89 (+) |
| Jaegers norddeutscher Champagner | 136 (—) | 96 (+) | 96 (+) | 152 (—) | 120 (—) |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | 59 (+) | 148 (—) | 89 (+) | 187 (—) | 44 (+) |

b) Gesamtkorrelation

| Korrelation | Korrelationszahl |
|---|---|
| Glucose — Molinzahl | 125 (—) |
| Maltose — Molinzahl | 99 (+) |
| Rohmaltose — Amylogrammhöhe | 163 (—) |
| Maltose (62°) — Molinzahl | 92 (+) |

Molinzahl beruht offenbar auf einer Zufälligkeit. Jedenfalls zeigen die früheren Sortentabellen, daß das Verhältnis Glucose zu Maltose durchaus unterschiedlich ist. Es gibt Sorten mit niedrigem Glucose-, aber hohem Maltosegehalt und umgekehrt.

### 3. Auswuchsgrad

Die Backfähigkeit des Roggens wird sehr maßgeblich durch den Auswuchsgrad bestimmt. Es ist besonders bemerkenswert, daß die meisten backtechnischen Beanstandungen beim Roggenmehl in Deutschland zurückzuführen sind auf das Vorhandensein von Auswuchs. An sich wurde die Auswuchsfrage in den letzten Jahren beim Brotgetreide sehr ausführlich und eingehend bearbeitet. In diesem Zusammenhang kann daher auf die vorhandene Literatur (2, 9, 21, 22, 30, 33, 34, 36, 50, 59, 78, 96, 97, 109, 110, 120, 121 u. 126) verwiesen werden. Hier sollen lediglich die backtechnischen Nachteile von Teig und Brot kurz zusammenfassend erörtert werden. Bei auswuchshaltigem Roggen ist zunächst die Wasseraufnahme außerordentlich gering, so daß nur geringe Teig- und Brotausbeuten erzielt werden. In einem Falle wurde beispielsweise bei Untersuchungen von Vollkornroggenschroten aus dem Bezirk Weser-Ems im Getreidewirtschaftsjahr 1939/40 festgestellt, daß die stark auswuchshaltigen Roggenproben dieses Bezirks höchstens eine Ausbeute von etwa 132 an Brot lieferten, während gleichzeitig untersuchte normale Vollkornschrote eine Brotausbeute von 145—147 ergaben. Aus diesem Beispiel ist zu ersehen, welche außerordentlich große wirtschaftliche Bedeutung dem Auswuchsproblem zukommt.

Bei Auswuchsmehlen ist ferner Nachlassen und Breitlaufen der Teige auf Gare zu beobachten. Die fertigen Brote sind daher unzureichend in der Form und ungenügend gewölbt. Das durch das Nachlassen des Teiges bedingte Schmierigwerden verursacht eine schwere Aufarbeitungsfähigkeit des Teiges und es kommt weiter hinzu, daß durch die rasche Gare der Auswuchsteige eine hohe Gärempfindlichkeit bedingt wird. Beim fertigen Brot findet man häufig eine feuchte Krume, Wasserstreifenbildung und ferner ein Abbacken der Oberkruste. Insgesamt zeigt sich, daß wohl auf Grund der gänzlich anderen Ursachen der Backfähigkeit beim Roggen Auswuchsschäden bei Roggenbrot wesentlich stärker in Erscheinung treten als beim Weizen-

brot Immerhin bietet auch die Backtechnik beim Roggenbrot mehrere Möglichkeiten. um die Auswuchsschäden zu beseitigen. Die stärkere Säuerung und die festere Teigführung, die beim Roggenbrot auf Grund der an sich geringen Lockerung eher möglich ist als bei der Weizenbrotherstellung, verhüten bis zu einem gewissen Grade wenigstens die Auswuchsschäden. Sehr unangenehm aber wirken sie sich aus bei Hefeführungen, bei Mischbrot und auch bei Vollkornbroten. Über die Beziehung des Auswuchsgrades zu den übrigen Eigenschaften, die aus Tabelle 30 zu ersehen ist, ist besonders zu bemerken, daß der Glucosegehalt durch Auswuchs nicht gesteigert wird, der Maltosegehalt dagegen im beträchtlichen Maße. Im Mittel ergibt sich bei den auswuchshaltigen Roggenproben ein Glucosegehalt von 0,81 %, bei sämtlichen geprüften Roggenproben eine annähernd gleiche Menge von 0,76 %. So verläuft die Korrelationsrechnung Molinzahl-Glucose negativ, Molinzahl-Maltose (27 und 62°) positiv. Die Korrelation Molinzahl-Amylogrammhöhe ist negativ, andererseits ist eine positive Korrelation in gegensinniger Richtung festzustellen. Infolge der verhältnismäßig geringen Zahl von Auswuchsproben kommt bei den hier durchgeführten Korrelationsrechnungen eine positive Korrelation zwischen den Ausbeutezahlen und dem Auswuchsgrad nicht zum Ausdruck.

Tabelle 30

Korrelationsrechnungen mit der Molinzahl

a) Bei einzelnen Sorten

| Sorte | Korrelationszahl zwischen Molinzahl und | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Eiweißgehalt | Glucose | Maltose | Amylogrammhöhe | Maltose (62°) | Teigausbeute | Brotausbeute |
| Petkuser | 133 (—) | 126 (—) | 112 (—) | 166 (—) | 79 (+) | 112 (—) | 132 (—) |
| Deutscher Ring-Roggen | 109 (—) | 147 (—) | 69 (+) | 181 (—) | 89 (+) | 136 (—) | 120 (—) |
| Jaegers norddeutscher Champagner | 136 (—) | 136 (—) | 96 (+) | 165 (—) | 96 (+) | — | — |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | 110 (—) | 59 (+) | 89 (+) | 198 (—) | 89 (+) | — | — |

b) Gesamtkorrelation

| Korrelation | Korrelationszahl |
|---|---|
| Molinzahl — Glucose | 125 (—) |
| „ — Maltose | 99 (+) |
| „ — Amylogrammhöhe | 176 (—) |
| „ — Maltose (62°) | 92 (+) |
| „ — Teigausbeute | 130 (—) |
| „ — Brotausbeute | 120 (—) |

Eine verhältnismäßig enge Beziehung wurde gefunden zwischen der Molinzahl und dem Gehalt an Körnern mit Auswuchs. Die 18 Roggenproben mit Auswuchs hatten einen Auswuchsgehalt von 0,5 bis 10 %, und in allen Fällen lag bei diesen Proben die Molinzahl über 35, ein Beweis dafür, daß der Auswuchsgrad durch die Molinzahl recht gut erfaßt wird und daß ferner die von Molin vorgeschlagene Arbeitsmethode, die auch von Hagberg und Lindberg bearbeitet wurde, für den gedachten Zweck durchaus brauchbar ist.

## 4. Stärke

Es besteht ein grundsätzlicher Unterschied zwischen dem Gashaltungsvermögen bei Roggen- und Weizenteigen. Während wir uns die Lockerung

des Weizenteiges so vorstellen, daß sich um die von der Hefe gebildete Kohlensäure ballonförmig Kleberhäutchen legen, die das Aufgehen des Teiges veranlassen infolge des ständig steigenden Kohlensäuredruckes, wird bei dem Roggenteig nur eine verhältnismäßig geringe Lockerung des Teiges auf Gare beobachtet.

Schulerud (114) erklärt die Lockerung des Roggenteiges damit, daß der zähe Roggenteig infolge seiner Viskosität die Gärgase zurückhält, ähnlich wie es beim geschlagenen Eiweiß der Fall ist. Für die Erklärung der Lockerung des Roggenteiges ist aber nach meiner Auffassung noch eine weitere grundlegende Überlegung erforderlich. Der reife Roggenteig mit seiner geringen Lockerung erfährt eine sehr starke Ausdehnung im Ofen. Der größte Teil der Lockerung erfolgt beim Roggenteig im Gegensatz zum Weizenteig nicht auf Gare, sondern ist durch den Ofentrieb bedingt. Die verhältnismäßig leicht angreifbare Roggenstärke und die niedrigere Verkleisterungstemperatur bedingen beim Abbacken rasch die Bildung eines viskosen Kleisters, der durch die Gärgase und die Wasserverdunstung gelockert wird. Im Hinblick darauf, daß die Diastase noch bis zur Temperatur von 70° wirksam ist, ist die Zeitspanne, in der eine Lockerung dieser Art eintreten kann, verhältnismäßig lang. Da nach Versuchen, über die später berichtet wird, die Verkleisterungstemperatur bei der Weizenstärke durchschnittlich bei 60° liegt, bei der Roggenstärke dagegen durchschnittlich bei 55°, ist die Zeit des Ofentriebes beim Roggenteig durchschnittlich 50% länger als beim Weizenteig, wenn man voraussetzt, daß die Bedingungen für den Backprozeß die gleichen sind. Tatsächlich aber liegen auch nach dieser Richtung die Verhältnisse für den Ofentrieb und die Lockerung des Roggenteiges günstiger als beim Weizenteig, insofern, als der Roggenteig im allgemeinen bei niedrigeren Temperaturen abgebacken wird als der Weizenteig.

So ist es erklärlich, daß für die Backfähigkeit des Roggens die Verkleisterungscharakteristik der Stärke ein sehr wesentlicher Faktor ist. Es ist selbstverständlich, daß für die Viskosität und damit für die Lockerungsfähigkeit auch die Eiweißstoffe und fernerhin auch die Schleimstoffe des Roggens maßgebend sind. Mengenmäßig aber spielt die Stärke die größte Rolle.

Unter diesen Voraussetzungen ist es auch erklärlich, warum Auswuchsschädigungen sich beim Roggen stärker auswirken als beim Weizen. Bei Auswuchsmehlen kann die Stärke keinen viskosen Kleister bilden und sie ist weiterhin zu stark abgebaut. Infolgedessen ist auch die Lockerungsfähigkeit von diesen Auswuchsteigen gering.

Andererseits geben uns diese Zusammenhänge auch eine Erklärung dafür, warum lange gelagerte Roggen in ihrer Backfähigkeit abnehmen. In diesem Falle tritt eine Änderung der Verkleisterungscharakteristik der Stärke ein, wie sie beispielsweise von Riéchy (11) eindeutig nachgewiesen werden konnte. Die Stärke wird härter, die Verkleisterung selbst setzt zu einem späteren Zeitpunkt beim Backprozeß ein und die Teigmasse ist weiterhin weniger viskos.

Während man bei der Weizenbackfähigkeit wesentliche Unterschiede bei kleinen und größeren Broten nicht feststellen kann, wird bei Roggenteigen und Roggenbroten im allgemeinen eine bessere Lockerung und Porung bei großen Teigstücken beobachtet. Dies hängt damit zusammen, daß bei den großen Teigstücken ein langsamerer Temperaturanstieg als bei kleinen Teigstücken erfolgt. Die Zeit für den Ofentrieb ist somit bei größeren Broten länger, ein erneuter Beweis dafür, daß die Verkleisterungscharakteristik der Stärke ein ausschlaggebender Faktor für die Roggenbackfähigkeit ist. Es wurde bereits betont, daß die Lockerung des Roggenteiges auf Gare verhältnis-

mäßig gering ist. Trotzdem sind diastatische Zusätze gelegentlich bei Roggenteigen durchaus wirksam, was damit erklärt werden muß, daß in allen Fällen, in denen eine zu harte Stärke vorliegt, durch die Diastase eine Auflockerung des Stärkegefüges und damit eine bessere Verkleisterungsbereitschaft eintritt. Erst in zweiter Linie wird man die Wirkung der diastatischen Backhilfsmittel auf eine Vermehrung der Hefenahrung in diesem Fall zurückführen können, die natürlich bei gewöhnlichen Mehlen durchaus vornehmlich in Erscheinung treten muß.

Es ist nicht zu erwarten, daß die Verkleisterungsfähigkeit der Stärke, wie sie beispielsweise durch den Amylographen geprüft wird, in enger Korrelation steht zu anderen Eigenschaften des Roggenmehles. Aus diesem Grunde sind auch bei den Korrelationsrechnungen mit den Amylogrammwerten, die in Tabelle 31 wiedergegeben sind, mit den absoluten Werten nur negative Korrelationen gefunden worden. Dagegen konnte eine Be-

Tabelle 31

Korrelationsrechnungen mit den Amylogrammwerten

a) bei einzelnen Werten

| Sorte | Korrelationszahl zwischen Amylogrammhöhe und | | |
|---|---|---|---|
| | Eiweißgehalt | Rohmaltose | Molinzahl |
| Petkuser . . . . . . . . | 150 (—) | 167 (—) | 166 (—) |
| Deutscher Ring-Roggen . . . | 164 (—) | 157 (—) | 181 (—) |
| Jaegers norddeutscher Champagner . . . . . . . . | 152 (—) | 152 (—) | 165 (—) |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs . | 138 (—) | 187 (—) | 198 (—) |

b) Gesamtkorrelation

| Korrelation | Korrelationszahl |
|---|---|
| Amylogrammhöhe-Eiweißgehalt. . . . | 151 (—) |
| „ -Rohmaltose . . . . | 163 (—) |
| „ -Molinzahl. . . . . | 176 (—) |

ziehung in der Richtung festgestellt werden, daß mit steigender Molinzahl die Höhe des Amylogramms geringer wird. Dies ist damit zu erklären, daß die Molinmethode ebenso wie der Amylograph mit höheren Temperaturen arbeitet, bei denen die Verkleisterungseigenschaften bereits erfaßt werden. Die negative Korrelation zwischen Amylogrammhöhe und Rohmaltosegehalt zeigt, daß die diastatische Aktivität nicht allein maßgebend ist, sondern vornehmlich die Verkleisterungscharakteristik der Stärke. Eine Korrelationsrechnung mit den backtechnischen Werten konnte nicht vorgenommen werden, weil die in diesem Zusammenhang entscheidenden Eigenschaften nicht zahlenmäßig auszudrücken sind. In der großen Linie aber ist eine Beziehung zwischen der Amylogrammhöhe und den Krumeeigenschaften vorhanden. Für die Beurteilung der Roggenbackfähigkeit muß daher die Stärke herangezogen werden, und die Arbeitsrichtung, die Bićchy (11) in die Beurteilung der Roggenbackfähigkeit durch die Einführung viskosimetrischer Messungen bei steigenden Temperaturen getragen hat, ist als sehr erfolgreich und fruchtbar zu bezeichnen.

Da bisher die Stärke bei Weizenqualitätsprüfungen meines Wissens kaum beachtet worden ist und auch die Beziehungen der Stärke und ihrer Eigenschaften zur Weizenbackfähigkeit nicht studiert wurde, ist in diesem Zusammenhang eine größere Zahl von Weizenproben mit dem Amylographen geprüft worden. Das Untersuchungsmaterial bildeten Weizenstämme aus dem

Jahre 1938, die in den folgenden Tabellen unter Chiffrenummern angegeben worden sind und von denen sämtliche backtechnischen Werte vorliegen. Es handelt sich um insgesamt 80 Proben und 20 Sorten, die in Ohlau, Lauchstädt, Leipzig und Weihenstephan unter sehr verschiedenen Anbaubedingungen geerntet worden sind. In der Backfähigkeit lagen diese 20 Stämme außerordentlich unterschiedlich und sie waren aus diesem Grunde für diese Prüfungen sehr geeignet.

In Tabelle 32 ist die Verkleisterungstemperatur für diese Weizenproben angegeben. Es ergeben sich bei den einzelnen Sorten im Mittel Schwankungen von 59,3 bis 61,3°, während die entsprechenden Werte bei den Roggensorten zwischen 50,5 und 57,7° lagen. Die höchsten Schwankungen überhaupt betrugen 57,0 bis 63,5°, also innerhalb einer verhältnismäßig kleinen Schwankungsbreite im Vergleich zu den Roggenproben, die Unterschiede zwischen 40 und 62° aufwiesen. Außerordentlich geringe Unterschiede ergaben sich bei den 4 Anbauorten, die mittlere Verkleisterungstemperatur der

Tabelle 32
Temperatur bei Beginn der Verkleisterung. (Weizenstämme)
(Amlyogrammwert a)

| Sorte Nr. | Ohlau °C | Lauchstädt °C | Leipzig °C | Weihenstephan °C | Mittelwert °C |
|---|---|---|---|---|---|
| 56 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60.0 | 60.0 |
| 57 | 60,0 | 60.0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 |
| 58 | 59.0 | 60,0 | 60.0 | 60.0 | 59.8 |
| 59 | 58,0 | 60,0 | 60.0 | 60.0 | 59,5 |
| 61 | 60.0 | 59.0 | 60,0 | 60,0 | 59,8 |
| 62 | 60,0 | 60,0 | 60.0 | 60,0 | 60,0 |
| 63 | 57.0 | 62.0 | 60,0 | 62,0 | 60,3 |
| 65 | 62,5 | 60.0 | 60,0 | 60.0 | 60.5 |
| 66 | 63.0 | 60.0 | 60,0 | 60,0 | 60,8 |
| 67 | 63,0 | 62.0 | 60.0 | 60.0 | 61.3 |
| 68 | 62.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60,5 |
| 69 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60.0 | 60.0 |
| 72 | 60,0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60,0 |
| 73 | 63.5 | 60,0 | 60,0 | 60.0 | 60,8 |
| 74 | 59.0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 59,8 |
| 75 | 62,0 | 59.0 | 60.0 | 60.0 | 60.3 |
| 76 | 59,0 | 59,0 | 60.0 | 60,0 | 59.5 |
| 77 | 60.0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 |
| 79 | 60,0 | 60.0 | 60,0 | 60.0 | 60,0 |
| 82 | 60.0 | 60.0 | 60,0 | 58.5 | 59,6 |
| Mittel | 60.4 | 60,1 | 60,0 | 60,0 | 60.1 |

Mittelwert sämtlicher Proben: 60,1°.

20 Weizenstämme betrug 60.0°, 60.0°, 60,1°, und 60,4°, es waren somit die Werte bei sämtlichen Anbauorten praktisch gleich. Es muß besonders betont werden, daß die früher mitgeteilten großen Unterschiede in der Verkleisterungstemperatur des Roggens nicht allein beruhen auf dem Einfluß, den der Auswuchs auf die Verkleisterungstemperatur nimmt, sondern vor allen Dingen auf die besonderen Stärkeeigenschaften der verschiedenen Roggenproben. Als Durchschnittstemperatur für den Beginn der Verkleisterung der Weizenstärke läßt sich nach diesen Untersuchungen 60° angeben. In Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen liegt daher die Verkleisterungstemperatur der Weizenstärke höher als die der Roggenstärke, ein Faktor der als sehr maßgeblich für die Roggenbackfähigkeit bezeichnet werden muß.

In Tabelle 33 ist die maximale Höhe des Amylogramms bei den Weizenstämmen (Amylogrammwert b) mitgeteilt. Die Schwankungen in den Mittelwerten betragen 510 bis 833, bei den Anbauorten 531 bis 725. Im Vergleich zu den Ergebnissen, die bei den Roggenproben gefunden wurden,

Tabelle 33
Höhe des Amylogramms bei Weizenstämmen
(Amylogrammwert b)

| Sorte Nr. | Ohlau | Lauchstädt | Leipzig | Weihenstephan | Mittelwert |
|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 970 | 610 | 860 | 890 | 833 |
| 67 | 560 | 915 | 770 | 865 | 778 |
| 66 | 440 | 770 | 870 | 975 | 764 |
| 56 | 535 | 750 | 870 | 865 | 753 |
| 72 | 350 | 990 | 830 | 800 | 743 |
| 61 | 585 | 830 | 780 | 760 | 739 |
| 76 | 550 | 950 | 760 | 680 | 735 |
| 82 | 840 | 500 | 840 | 740 | 730 |
| 68 | 500 | 760 | 860 | 760 | 720 |
| 69 | 465 | 740 | 830 | 770 | 701 |
| 59 | 655 | 800 | 720 | 620 | 699 |
| 79 | 610 | 820 | 770 | 580 | 695 |
| 77 | 605 | 615 | 790 | 740 | 688 |
| 74 | 260 | 740 | 850 | 670 | 630 |
| 63 | 660 | 480 | 700 | 670 | 628 |
| 75 | 225 | 740 | 800 | 710 | 619 |
| 65 | 505 | 315 | 720 | 860 | 600 |
| 57 | 480 | 590 | 580 | 600 | 563 |
| 73 | 345 | 530 | 590 | 620 | 521 |
| 58 | 480 | 640 | 620 | 300 | 510 |
| Mittel | 531 | 704 | 771 | 724 | 632 |

ergibt sich eine wesentlich geringere Schwankungsbreite. Was die absolute Höhe der Zahlen angeht, so ist zu berücksichtigen, daß diese nicht unmittelbar mit den niedrigeren Werten beim Roggen zu vergleichen sind, da aus methodischen Gründen für die Weizenamylogramme 65 g Material genommen worden sind, bei den Roggenamylogrammen dagegen aus Zweckmäßigkeits-

Tabelle 34
Korrelationsrechnungen bei Weizen

| Korrelation | Ohlau | Lauchstädt | Leipzig | Weihenstephan |
|---|---|---|---|---|
| Amylogrammhöhe — Backzahl | negativ | negativ | negativ | negativ |
| Amylogrammhöhe — Teigausbeute | positiv | " | " | " |
| Amylogrammhöhe — Volumenausbeute | negativ | " | " | " |
| Amylogrammhöhe — Erweichungsgrad | " | " | " | " |
| Amylogrammhöhe — Testzahl | " | " | " | " |
| Amylogrammhöhe — Gütezahl | " | " | " | " |
| Beginn der Verkleisterung — Erweichungsgrad | " | " | " | " |
| Temperatur beim Abfall der Kurve — Erweichungsgrad | " | " | " | " |
| Beginn der Verkleisterung — Teigausbeute | " | positiv | " | " |
| Temperatur beim Abfall der Kurve — Teigausbeute | " | negativ | " | " |

gründen 80 g. Entscheidend sind nun die Ergebnisse der Korrelationsrechnungen mit den Qualitätszahlen, die bei den Weizenproben gefunden wurden. Der Vollständigkeit halber ist die Höhe des Amylogramms in Vergleich gesetzt worden mit den Backzahlen, der Teigausbeute, Volumenausbeute, dem Erweichungsgrad im Farinographen, der Testzahl, der Gesamtgütezahl (Kleberweizenzahl) und weiterhin der Kurvenanstieg (Verkleisterungstemperatur) und die Temperatur beim Abfall der Kurve zur Teigausbeute und zum Erweichungsgrad. Die Korrelationsrechnungen sind getrennt nach den 4 Anbauorten durchgeführt worden. Das Ergebnis ist in Tabelle 34 wiedergegeben. Bis auf zwei wohl zufällige positive Korrelationen bei einzelnen Anbauorten sind sämtliche Korrelationsrechnungen (insgesamt 40 Korrelationen) negativ ausgefallen. Da die Beziehungen zwischen der Amylogrammhöhe einerseits und der Backzahl sowie der Volumenausbeute andererseits in allen Fällen negativ war, ist zu folgern, daß den Stärkeeigenschaften beim Weizen eine maßgebliche Rolle für die Bachfähigkeit nicht zukommt.

### 5. Schleimstoffe

Bei der Betrachtung der Einzelfaktoren für die Roggenbackfähigkeit bedürfen noch die Schleimstoffe besonderer Erwähnung, die bereits früher in Zusammenhang mit den Ursachen für die Roggenbackfähigkeit erörtert wurden. Chemisch sind diese Schleimstoffe sehr wenig erforscht (S, 23, 28, 99). Man rechnet sie im allgemeinen zu den Pentosanen und ihren Spaltprodukten nach müssen sie eindeutig zu den Kohlehydraten gezählt werden. Freemann und Gortner (28) fanden, daß es polymerisierte Pentosen sind, die bei der Hydrolyse Mischungen von Xylose und Arabinose ergeben.

Rotsch und Pietz (99) beschrieben positive Reaktionen von Pentosen und Hexosen. Bei Zusatz von Azeton zu wässerigen Mehlauszügen fallen diese Schleimstoffe in Fäden aus, und zwar zusammen mit Eiweiß. Diese sind in Wasser löslich, und backtechnisch gesehen ist ihre wichtigste Eigenschaft, daß sie außerordentlich stark quellfähig sind. Ihr Wasseraufsaugvermögen beträgt rund 800. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß diese Stoffe für die Backfähigkeit des Roggens eine Rolle spielen müssen. Leider blieben die wiederholten Versuche, diese Stoffe quantitativ und qualitativ eindeutig zu erfassen ohne Erfolg.[1]) Es ist zweifellos eine sehr wichtige Aufgabe der Getreidechemie, die Zusammenhänge dieser Stoffe mit der Backfähigkeit und ihre chemische Beschaffenheit sowie ihre Eigenschaften weiter zu klären. Für die Viskosität der Roggenmehlsuspensionen sind sie neben der Stärke ausschlaggebend und es kann daraus weiter geschlossen werden, daß sie auch an dem Lockerungsvermögen des Roggenteiges beteiligt sind.

### 6. Zusammenfassung

Überblickt man die Darstellung über die Einzelfaktoren der Roggenbackfähigkeit, so lassen sich auf Grund der Untersuchungsergebnisse und der durchgeführten Korrelationsrechnungen folgende Faktoren, die die Roggenbackfähigkeit vornehmlich bedingen, besonders herausheben:

1. der Eiweißgehalt, der die Ausbeuteverhältnisse maßgeblich bestimmt,
2. die Stärkeeigenschaften, insbesondere die Verkleisterungscharakteristik der Stärke und

[1]) Während der Drucklegung dieser Arbeit hat Rotsch (99a) einen wichtigen Beitrag über Schleimstoffe geliefert.

3. der Gehalt an vergärbarem Zucker, wobei die einzelnen Zuckerarten getrennt zu betrachten sind.

In diesem Abschnitt ist wiederholt darauf hingewiesen, daß sehr entscheidende Mängel der Backfähigkeit des Roggens durch äußere Einflüsse bestimmt werden, nämlich durch Auswuchs und durch lange Lagerung.

## E. Zuchtziele in der Roggenzüchtung

Auf Grund der mitgeteilten Untersuchungsergebnisse und der daraus zu ziehenden Schlußfolgerungen ist es nunmehr möglich, ein Programm für die Qualitätszüchtung bei Roggen aufzustellen, das bisher nicht vorliegt. Die erstrebenswerten Zuchtziele müssen sich ergeben aus den technischen Anforderungen, die die Bäckerei stellt und weiterhin aus den Möglichkeiten, die die praktische Züchtung bietet. Voraussetzung für jede züchterische Beeinflussung ist die Erblichkeit einer bestimmten Eigenschaft. Sie wurde für die verschiedenen Qualitätsmerkmale für Roggen bei den Sortenprüfungen dargestellt, wobei allerdings die einzelnen Eigenschaften in verschieden starkem Maße durch die Umwelt beeinflußt werden. Die verhältnismäßig geringen Schwankungen, die unter den verschiedenen Anbauverhältnissen bei den deutschen Roggensorten festgestellt wurden beim Eiweiß- und Glucosegehalt, lassen die Schlußfolgerung zu, das es auf züchterischem Wege möglich ist, diese Eigenschaften durch Maßnahmen der Züchtung zu verbessern. Sortenbedingt, aber mehr durch äußere Faktoren beeinflußbar sind Maltosegehalt, Molinzahl, Verkleisterungstemperatur und Amylogrammhöhe. Es wird notwendig sein, durch Prüfung eines genetisch weiter auseinanderliegenden Sortenmaterials festzustellen, ob andere Formen vorhanden sind, die eine erstrebenswerte Eigenschaft in höherem Maße besitzen als das deutsche Sortenmaterial, insbesondere wird hierfür das Material, das auf Expeditionen gesammelt worden ist, ein sehr dankbares Untersuchungsobjekt darstellen. Es ist weiter bei der Qualitätszüchtung zu prüfen, inwieweit die gewünschten Qualitätseigenschaften mit den Leistungseigenschaften der Sorte kombinierbar sind. Aber ungeachtet dieser noch offenen Fragen wird für die nächste Zeit die Qualitätszüchtung des Roggens besonders folgende Qualitätsmerkmale berücksichtigen müssen:

### 1. Hoher Eiweißgehalt

Es wurde früher ausgeführt, daß nach den bisherigen Befunden und Beobachtungen große Unterschiede in der Eiweißqualität bei Roggen nicht zu beobachten sind, und weiterhin, daß der Eiweißgehalt in einer verhältnismäßig engen Korrelation zu den Ausbeutezahlen für Teig und Brot steht. Aus diesen Gründen und im Hinblick darauf, daß die Teig- und Brotausbeuten bei Roggen wesentlich hinter denjenigen des Weizens zurückstehen und die aus Gründen der Backtechnik und der Brotbeschaffenheit erstrebenswerte Höhe nicht erreichen, muß auf die Steigerung des Eiweißgehaltes in der Roggenzüchtung besonderer Wert gelegt werden. Wenn auch in der Weizenzüchtung gelegentlich Bedenken geäußert werden, daß eine wesentliche Steigerung des Eiweißgehaltes bei hoher Ertragsfähigkeit nicht möglich ist, so kann dem entgegengehalten werden, daß auch bisher kaum Kreuzungen mit sehr eiweißreichen Elternsorten durchgeführt und bearbeitet worden sind. Bei Roggen kommt weiter hinzu, daß nach unseren bisherigen Kenntnissen ein Ausgleich für mittlere oder geringe Eiweißmenge durch bessere Eiweißqualität, wie beim Weizen, nicht möglich ist. Die deutschen Sorten zeigen auch im Eiweißgehalt beachtliche Unterschiede, so daß durchaus die Mög-

lichkeit einer Steigerung des Eiweißgehaltes unserer Roggenernte erwartet werden kann. Eine besondere Bedeutung gewinnt der Eiweißgehalt des Roggens dann, sobald die Vollkornbrotherstellung den von der Gesundheitsführung erstrebten Umfang genommen hat, da für Vollkornbrot der Eiweißgehalt des Schrotes von größerer Bedeutung ist als bei hellem Brot.

### 2. Zuckermenge und Verhältnis der einzelnen Zuckerarten zueinander

Aus Gründen der anderen Herstellungsweise muß weiterhin dem Zuckergehalt bei Roggen stärkere Beachtung geschenkt werden als in der Qualitätszüchtung des Weizens. Im Maltosegehalt wird man etwa eine Rohmaltosemenge von 2,5 bis 3% erstreben müssen, wobei das Verhältnis von Glucose zu Maltose besonderer Berücksichtigung bedarf, und zwar in der Weise, daß man glucosereiche Roggensorten in der Züchtung bevorzugt, dies deshalb, weil der Glucosegehalt in stärkerem Maße erblich bedingt ist als die Maltosemenge.

### 3. Stärkeeigenschaften

Die beim Roggen fehlende Kleberbildung und die besondere Rolle der Roggenstärke für die Lockerungsfähigkeit und die Krumenstruktur fordern beim Roggenmehl besondere Stärkeeigenschaften, die dadurch gekennzeichnet sind, daß die Stärke einerseits geringe Abbaufähigkeit bei Auswuchs zeigt und daß weiterhin Verkleisterungstemperatur und Verkleisterungscharakteristik in den für die Backtechnik optimalen Grenzen liegen. Die Verkleisterungstemperatur soll möglichst zwischen 55 und 72° liegen. Die Amylogrammhöhe soll zwischen 400 und 700 Einheiten betragen, weil nach den Erfahrungen bei der Prüfung von Handelsmehlen in diesem Bereich die beste Brotbeschaffenheit erzielt wird und weil weiterhin sowohl die Hefeals auch die Sauerteigführung in diesem Bereich keinerlei Schwierigkeiten bereitet. Die Sortenprüfungen ergaben, daß die deutschen Roggensorten in dieser Hinsicht vorwiegend an der unteren Grenze liegen, was insbesondere in dem Mittelwert bei sämtlichen Sorten in Höhe von 400 Einheiten zum Ausdruck kommt. Es wäre durchaus wünschenswert, wenn die durchschnittliche Amylogrammhöhe des Roggens durch Züchtung gesteigert werden könnte, weil dadurch die Sicherheit der Brotherstellung gefördert würde. Die bei unseren Sorten gefundenen Schwankungen lassen es auch ohne weiteres möglich erscheinen, dieses Zuchtziel zu erreichen.

### 4. Auswuchsfestigkeit

Im Hinblick auf die früheren Ausführungen über die ungeheuren Schäden und Schwierigkeiten, die auswuchshaltiges Roggenmehl in der Bäckerei bereitet, und mit Rücksicht auf die außerordentlich großen volkswirtschaftlichen Verluste muß im Zusammenhang mit den Zuchtzielen bei der Roggenqualität unbedingt auf die Steigerung der Auswuchsfestigkeit unserer Sorten hingewiesen werden. Die bisherigen Beobachtungen deuten darauf hin, daß es schwierig ist, Sorten zu züchten, die bei einem hohen Zuckerbildungsvermögen eine gute Auswuchsfestigkeit besitzen. In diesem Zusammenhang sei insbesondere auf die Arbeiten von Roemer (96) und Schleip (109) hingewiesen. Sie lassen bei Weizen den Schluß zu, daß die bäckereitechnischen und landwirtschaftlichen Forderungen durchaus vereinbar sind. Es würde einen außergewöhnlichen Erfolg bedeuten, wenn auch in der Roggenzüchtung in bezug auf Auswuchsfestigkeit Fortschritte erzielt werden könnten.

## F. Praktische Prüfung der Roggensorten und -stämme auf Qualität

Nach Klarstellung der Zuchtziele und nach Entwicklung von verschiedenen Methoden zur Prüfung der Roggenqualität auf indirektem Wege steht nunmehr einer Überprüfung der Qualität der Roggensorten und Roggenstämme nichts mehr im Wege. Die bei den Sortenprüfungen benutzten Methoden sind verhältnismäßig einfach und an geringem Kornmaterial auszuführen, so daß auch die grundsätzlichen Forderungen der Züchtung in dieser Richtung befriedigt sind. Es ist jedoch notwendig, daß in Zukunft eine weitere Klärung der Ursachen der Roggenbackfähigkeit in bezug auf die Schleimstoffe, die bisher qualitativ und quantitativ nicht zu erfassen sind, erfolgt. Diese Arbeiten sind bereits in Angriff genommen worden.

Was das Kornmaterial angeht, das von den verschiedenen Methoden beansprucht wird, so ergibt sich unter Zugrundelegung des in dieser Arbeit verwandten Arbeitsverfahren folgendes:

Es erfordern eine Eiweißbestimmung 10 g,
eine vollständige Zuckeruntersuchung 40 g,
eine Prüfung nach Molin 2,5 g und
eine Prüfung mit dem Amylographen 160 g Kornmaterial.

Bei sämtlichen Angaben beziehen sich die erforderlichen Mengen auf Doppeluntersuchungen. Es ergibt sich somit ein Materialverbrauch von 200—250 g, eine Menge, die sich für den Züchter durchaus in tragbaren Grenzen hält. In der praktischen Züchtung wird man am besten so verfahren, daß in den ersten Generationen mit Eiweißuntersuchungen begonnen wird, daß dann nach einigen Jahren die Zuckerprüfungen zusätzlich eingeführt werden und schließlich die Stärkeuntersuchungen.

Für die Auslese kommt die Durchführung eines Backversuches nicht in Frage, da er zeitraubend und kostspielig ist und außerdem sehr viel Material erfordert. Es kommt weiter hinzu, daß das Ergebnis des Backversuches im weitaus stärkerem Maße als es bei Weizen der Fall ist durch die Backtechnik beeinflußt wird. Für die Durchführung eines exakten Roggenbackversuches ist 10 kg Kornmaterial notwendig. Backprüfungen werden jedoch, wie früher ausgeführt, nur für gelegentliche Überprüfungen in Frage kommen.

Bei der Prüfung von Stämmen und Sorten muß die Tatsache Berücksichtigung finden, daß der Roggen ein Fremdbefruchter ist und daß die einzelnen direkt nebeneinander angebauten Stämme und Sorten sich gegenseitig befruchten und somit auch ihre Korneigenschaften gegenseitig beeinflussen. Es ist bisher nicht festgestellt worden, inwieweit die Korneigenschaften durch die Fremdbefruchtung beim vergleichsweisen Anbau verschiedener Sorten und Stämme beeinflußt werden. Für exakte Untersuchungen jedenfalls muß ein getrennter Anbau in der bekannten Weise (97) erfolgen.

## G. Sortencharakteristik

Auf Grund der früher mitgeteilten Einzelergebnisse soll nun in der folgenden Tabelle eine Kennzeichnung der backtechnischen Eigenschaften unserer deutschen Roggensorten erfolgen, und zwar in einer ähnlichen Form, wie es bei den Stammes- und Sortenprüfungen des Reichsnährstandes bei Weizen der Fall ist. In der Tabelle 35 sind für die einzelnen Eigenschaften jeweils die Durchschnittsergebnisse in einer allgemein verständlichen Form aufgeführt worden.

Tabelle 35
Qualitätsbeurteilung der deutschen Roggensorten

| | Eiweiß-gehalt | Glucose-gehalt | Maltose-gehalt | Rohmaltose-gehalt | Molin-zahl | Temperatur bei Beginn der Verkleisterung | Amylogrammhöhe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Petkuser | mittel — gut | gut | gut | mittel | mittel | mittel | mittel |
| Deutscher Ring-Roggen | mittel — gut | mittel — gering | mittel | gut | hoch | mittel | niedrig |
| Petkuser Kurzstroh | gering | mittel | mittel | mittel | mittel | hoch | hoch |
| Döhlauer | gering | mittel — gering | gering | gering | niedrig | hoch | hoch |
| Jaegers norddeutscher Champagner | gut | gut | mittel | mittel | hoch | mittel | mittel |
| Nordost | gering | gering | gering | gering | niedrig | niedrig | hoch |
| Meußelsdorfer Fichtelgebirgs | gut | mittel | gut | gut | hoch | mittel | mittel |
| Probsteier | mittel | sehr gut | gering | gut | hoch | mittel | mittel |
| Brandts Marien | mittel | gering | gut | mittel | mittel | hoch | mittel |
| Carstens Kurzstroh | mittel | gering | gering | gering | mittel | mittel | mittel |
| Heßdorfer Johannis-roggen | sehr gut | gut | mittel | gut | niedrig | niedrig | niedrig |

Für ihre Gesamtbeurteilung sind die einzelnen Merkmale und Eigenschaften insgesamt zu berücksichtigen. Die Bedeutung der einzelnen Eigenschaften ist in den früheren Abschnitten dieser Arbeit dargestellt worden.

## H. Zusammenfassung

1. Die deutschen Roggen wurden im Vergleich zu einigen ausländischen Roggenproben systematisch auf ihre backtechnischen Eigenschaften untersucht. Zur Prüfung gelangten insgesamt 174 Proben, wobei die deutschen Herkünfte von 30 verschiedenen Versuchsfeldern stammten. Zwecks Gegenüberstellung der backtechnischen Eigenschaften von Roggen und Weizen sind ferner 93 Weizenproben geprüft worden. Die Beziehungen der einzelnen Eigenschaften zueinander wurden durch Überprüfung von 66 Einzelkorrelationen untersucht. Das Ziel dieser Arbeit geht dahin, die Unterschiede in der Backfähigkeit unserer Roggensorten und die Möglichkeiten einer Verbesserung festzustellen. Darüber hinaus wurde der Begriff Backfähigkeit bei Roggen im Hinblick auf die Qualitätszüchtung erörtert und die verschiedenen Untersuchungsmethoden zur Prüfung der Roggenbackfähigkeit einander gegenübergestellt. Schließlich ist an Hand des Untersuchungsmaterials ermittelt worden, inwieweit die backtechnischen Eigenschaften des Roggens erblich bedingt sind und inwieweit sie durch Umwelteinflüsse verändert werden.

2. Hinsichtlich des Eiweißgehaltes ergeben sich bei den in Deutschland zugelassenen Roggensorten etwa die gleichen Schwankungen wie beim Weizen. Durchschnittlich hat der Roggen etwa 2,5 % weniger Eiweiß als Weizen. Als eiweißreich sind besonders die Sorten Heßdorfer Johannis-Roggen, Meußelsdorfer Fichtelgebirgs-Roggen und Jaegers norddeutscher Champagner zu bezeichnen, als eiweißarm Petkuser Kurzstroh und Döhlauer. Die Eiweißmenge ist stark an die Sorte gebunden.

3. Die nach einstündiger Digestion in Roggenmehlsuspensionen ermittelten Zuckermengen zeigten, daß Glucose und Maltose in sehr verschiedenem Verhältnis in den Roggensorten zu finden sind. So hat beispielsweise die Sorte Brandts Marien wenig Glucose aber viel Maltose, Probsteier dagegen viel Glucose aber wenig Maltose. Der Glucosegehalt wird wenig durch die Umwelteinflüsse verändert. Bei den einzelnen Sorten ergeben sich ziemliche Unterschiede. Besonders hoch ist der Glucosegehalt bei Probsteier. Während der Glucosegehalt beim Weizen kaum feststellbar ist, spielt er bei Roggen mengenmäßig eine erhebliche Rolle.

4. Die Maltosezahlen der deutschen Roggensorten sind an verschiedenen Anbauorten unterschiedlich. Besonders schwankt die Maltosezahl mit dem Gehalt an Auswuchs, daneben bestehen aber auch deutliche Sortenunterschiede. Die Sortenmittel lagen zwischen 0,63 und 1,24 %.

5. In Anlehnung an die bisherigen Maltosezahlen wurde auch der durch die üblichen Methoden festgestellte Rohmaltosegehalt bei den Roggensorten ermittelt. Er liegt im Durchschnitt etwa 30 % höher als bei Weizen. Ein Gehalt von 2,5—3,0 % ist aus backtechnischen Gründen erstrebenswert. Besonders sortentypisch für den Roggen ist die Wirkung der Maltase, die höher ist als bei Weizen, andererseits besitzt auch der Roggen eine höhere diastatische Kraft und ein leichteres Abbauvermögen der Stärke als Weizen.

6. Die Molinzahlen zeigen einen gewissen Zusammenhang mit den gefundenen Zuckerwerten. Gewisse Sortenunterschiede sind auch bei den Molinzahlen erkenntlich. Es bestehen enge Beziehungen zwischen Molinzahl und Auswuchsgehalt.

7. Die Untersuchungen über die Verkleisterungscharakteristik der Roggenstärke bei den verschiedenen Sorten ermöglichen es, erstmalig eine exakte mittlere Temperatur für den Beginn der Verkleisterung anzugeben. Sie liegt für Roggenstärke bei 55 ° C, das höchste Ausmaß der Verkleisterung ist auf Grund der viskosimetrischen Messungen bei 72 ° C erreicht.

8. Die Amylogrammhöhe als Maßstab für die Verkleisterungscharakteristik der Stärke beträgt im Mittel der deutschen Roggensorten 400, die Schwankungen der Sortenmittelwerte betragen 345—545 Amylogrammeinheiten. Auf Grund der Erfahrungen bei Handelsmehlen ist es erstrebenswert, diese Durchschnittswerte zu erhöhen, da heute der Sortendurchschnitt an der unteren Grenze des Bereiches von 400—700 Amylogrammeinheiten liegt, in dem sowohl bei Sauerteig als auch bei Hefeführung die besten Backergebnisse erzielt werden.

9. In backtechnischer Hinsicht zeigten die in dieser Arbeit geprüften ausländischen Handelssorten keine Vorzüge gegenüber den deutschen Roggensorten. Die untersuchten türkischen, polnischen, rumänischen und Plata-Roggen lieferten die gleichen Durchschnittswerte wie die deutschen Herkünfte.

10. Die Methodik der Roggenbackversuche und die Roggenbrotbeurteilung wurden beschrieben und die sich ergebenden backtechnischen Unterschiede bei den deutschen Roggensorten in den Backversuchen dargestellt. Die Sorten zeigten verschiedenes Verhalten in bezug auf Teigausbeute, Teigeigenschaften, Form der Brote, Elastizität der Krume. Insgesamt betrachtet waren die Unterschiede jedoch gering. Die Untersuchungen zeigen, daß Backprüfungen für die Sortenbeurteilung des Roggens aus methodischen Gründen noch weniger in Frage kommen als beim Weizen.

11. Bei der Betrachtung der Einzelfaktoren der Roggenbackfähigkeit zeigt sich, daß gute und schlechte Backfähigkeit bei Roggen und Weizen sich ganz verschieden auswirken. Während beim Weizen kleines Volumen

und unregelmäßige Krume die besonderen Kennzeichen schlechter Backfähigkeit sind, macht sich die mangelhafte Backfähigkeit des Roggens beim Brot in Form von Brotfehlern, z. B. Rissen in der Krume, Abbacken der Oberkruste, Wasserstreifen und geringe Elastizität der Krume bemerkbar. Die einzelnen Bestandteile des Roggenkornes sind in ihrer Zustandform wesentlich labiler als es beim Weizen der Fall ist.

12. Weder indirekte Untersuchungen noch die Backprüfungen lassen den Schluß zu, daß beim Roggeneiweiß qualitative Unterschiede vorhanden sind. Nach den bisherigen Beobachtungen ist somit die Qualität des Eiweißes für die Backfähigkeit nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Die Eiweißmenge steht in positiver Korrelation zu der Ausbeute an Teig und Brot.

13. Infolge der längeren Gärzeiten bei Roggenteigen müssen die nach einstündiger Digestion ermittelten Zuckerwerte, und zwar getrennt nach den einzelnen Zuckerarten, bei der Beurteilung der Roggenbackfähigkeit besondere Beachtung finden. Es ergibt sich eine positive Korrelation zwischen den Maltosezahlen bei 27 und 62° und den Molinzahlen.

14. Für die Lockerungsfähigkeit der Roggenteige ist die Beschaffenheit und die Verkleisterungsfähigkeit der Stärke von entscheidendem Einfluß. Die niedrige Verkleisterungstemperatur der Roggenstärke ermöglicht einen wesentlich intensiveren Ofentrieb, als es bei Weizenteigen der Fall ist. Die Korrelationsrechnungen mit der Höhe des Amylogramms und den übrigen Eigenschaften brachten nur negative Ergebnisse. Dies beweist, daß nicht die enzymatischen Verhältnisse allein maßgeblich sind, sondern in besonderem Maße die Verkleisterungscharakteristik der Roggenstärke.

15. Die zum Vergleich herangezogenen Untersuchungen bei Weizen zeigten, daß der Beginn der Verkleisterung bei Weizenstärke durchschnittlich bei 60° liegt. Die Schwankungsbreite der Sorten betrug 59—61°, bei Roggen dagegen 50—58° C. Die Verkleisterungscharakteristik, ausgedrückt durch die Amylogrammhöhe, ist beim Weizen nicht so unterschiedlich wie beim Roggen.

16. Eine besondere Bedeutung für die Roggenbackfähigkeit haben offenbar die Schleimstoffe des Roggens, die bisher weder qualitativ noch quantitativ zu erfassen sind. Es wird eine wichtige Aufgabe bei den zukünftigen Arbeiten in der Getreidechemie sein, die Natur der Schleimstoffe weiter zu erforschen.

17. Als besondere Zuchtziele in der Qualitätszüchtung des Roggens ergeben sich:

a) Steigerung der Eiweißmenge,

b) Berücksichtigung des Verhältnisses von Glucose und Maltose sowie des Gehalts an diesen beiden Zuckerarten,

c) Berücksichtigung der Stärkeeigenschaften, besonders hinsichtlich Löslichkeit und Verhalten bei der Verkleisterung.

18. Ein besonders wichtiges Zuchtziel in der Roggenzüchtung muß weiterhin die Steigerung der Auswuchsfestigkeit sein, da der Auswuchs die Roggenbackfähigkeit außerordentlich schädigt und da die backtechnischen Nachteile infolge der labileren Zustandsform der einzelnen Bestandteile des Roggenkornes auch bei geringem Auswuchsgehalt sehr stark in Erscheinung treten.

19. Bei Anwendung der in dieser Arbeit benutzten Untersuchungsmethoden ist es möglich, daß der Züchter bereits in den ersten Generationen eine Auslese auf Grund von den vorher beschriebenen Qualitätsmerkmalen des Roggens vornimmt. Die indirekten Methoden erfordern, sofern sie geschlossen zur Anwendung kommen, 200 g Kornmaterial. Zweckmäßigerweise

wird man in den ersten Generationen mit einer Auslese nach Eiweißgehalt beginnen.

20. Es wird eine zusammenfassende Kennzeichnung der deutschen Roggensorten hinsichtlich ihrer Qualitätseigenschaften gegeben.

## Schrifttum


1. Antropov, V. u. V., Rye in U.S.S.R. and the adjoining countries. Zeitschr. für angewandte Botanik, Genetik und Pflanzenzucht Supplement 36. Leningrad 1929.
2. Akermann, A., Über die Keimungsverhältnisse und Auswuchsneigung rot- und weißkörniger Weizensorten. „Der Züchter" 8. Jahrg., H. 2, S. 26—29. 1936.
3. Bailey, L. H., Bericht des Komitees zur Untersuchung von Roggenmehl. Cereal Chemistry Bd. XI, H. 4, S. 409. 1934.
4. — — Report of the committee on testing rye flour. Cereal Chemistry Bd. XIII, S. 770—772. 1936.
5. Bastecky, O., Untersuchungen über den Wert der Roggenkörner verschiedener Größe für den Mehl- und Backprozeß. Diss. Halle a S. 1904.
6. Becker-Dillingen, J., Der Roggen in: Handbuch des Getreidebaues. Berlin, Verlag P. Parey, 1927.
7. Behrens, W, U., Zur Feststellung von Korrelationen nach der Rangmethode. Landw. Jahrbücher Bd. LXXII, S. 591—605. 1930.
8. Berliner, E., u. Rüter, R., Über den Roggenschleim. Zeitschr. für das gesamte Mühlenwesen Bd. 7, S. 52—57. 1930.
9. Berliner, E., Über die Erkennung und Beurteilung von Auswuchsschäden am Weizenkorn. „Die Mühle" 73. Jahrg., H. 38, S. 1209. 1936.
10. Bickel, A., Die Brotnahrung des deutschen Volkes und seines Heeres. Leipzig, Thieme, 1937.
11. Biéchy, Th., Einfluß des Mehlalters auf den Verkleisterungsverlauf beim Roggenmehl. „Das Mühlenlaboratorium" Bd. 5, H. 9, S. 129. 1935.
12. — — Ein neuartiges Strömungs-Viskosimeter zur Bestimmung des Verkleisterungsverlaufes von Roggenmehlen. „Das Mühlenlaboratorium" Bd 8, H. 12, S. 170. 1938.
13. Boldescu, G., Die rumänische Roggenernte 1932. Zeitschr. f. das gesamte Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen 22. Jahrg, H. 9, S. 155. 1935.
14. Brabender, C. W., Beiträge zur Strukturforschung von Weizen- und Roggenteigen. „Das Mühlenlaboratorium" Bd. 7, H. 9, S. 121. 1937.
15. Brückner, G., Der müllerische Wert von Roggensorten. Zeitschr. f. das gesamte Getreide-, Mühlen- u. Bäckereiwesen 25. Jahrg., H. 4, S. 65. 1938.
16. Buhl, J., Zweijährige variationsstatistische Untersuchungen an Roggensorten. Diss. Halle 1930.
17. Chrzaszcz, T., u. Michalski, W., Die löslichen Kohlenhydrate des Roggenmehles und Feststellung der Dichte des Teiges. Przemysl Chemiczny Bd. 12, S. 389. 1928.
18. Chrzascz, T, u. Janicki, J., Amylase im Roggenkorn während dessen Entwicklung und Reife. Biochemische Zeitschrift 286. Bd., S. 13. 1936.
19. Dallmann, H., Roggenmehlbeurteilung. In „Backtechnik im Vierjahresplan" S. 10. Berlin, Bäcker-Verlag. 1939.
20. Eckardt, O., Roggenbackversuche mit Benzoylsuperoxyd. „Das Mühlenlaboratorium" Bd. 2, Nr. 1, S. 1. 1932.
21. Feekes, W., XI. De neiging tot schot van een zestigtal in Nederland in de praktijk verbouwde of in beproeving zijnde tarwerassen. Groningen, Gebr. Hoitsema, 1938.
22. Feekes, W., Butler, J. I. C., u. Ritzema van Ikema, Ir. J. B., XIII. De neiging tot schieten aij tarwe vanaf de vruchtzetting, en mede in verband met den zaaitijd. Groningen, Gebr. Hoitsema, 1939.
23. Fellenberg, Th. v., Untersuchungen über die Backfähigkeit der Mehle. Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene des Schweizer Gesundheitsamtes Bd. 10, H. 5—6, S. 229. 1919.
24. Fennyvessy, v., Über den Einfluß einiger vegetabilischer Proteide auf den Weizenkleber. Zeitschr. f. Untersuchung der Lebensmittel Bd. 21, H. 11. 1911.
25. Fischer, G., u. Mickel, H., Sommerroggen, Winterroggen, Sommerweizen und Winterweizen. „Deutsche Hochzuchten" Bd. 6. Berlin, Verlag P. Parey, 1926.
26. Fischer, M., Deutscher Roggen und russischer Roggen. „Fühlings Landwirtschafts-Zeitung" Bd. 44, S. 329. Stuttgart 1895.
27. Forgwer, E., Über die beim Reifungsprozesse der Roggen- und Weizenkörner vorkommenden quantitativen und qualitativen Veränderungen. Diss. Jena 1906.

28. Freemann, M. E., u. Gortner, R. A., Die Gummistoffe der Getreidekörner. Cereal Chemistry Bd. IX, S. 506. 1932.
29. Frimmel, F., u. Baranek, J., Beitrag zur Methodik der Roggenzüchtung und des Roggensaatgutbaues. Zeitschr. f. Züchtung, Reihe A, Pflanzenzüchtung, Bd. XX, H. 1, S. 1. 1934.
30. Fritz, E., Statistische Studien über das Auswachsen von Getreide. Pflanzenbau Bd. 10, S. 49—58. 1933.
31. Gerheim, L., Das Roggenproblem. Diss. Freiburg 1934.
32. Groß, E., Biologische Studien über den grünkörnigen und braunkörnigen Roggen. Zeitschr. f. landw. Versuchswesen in Österreich Bd. 8, S. 712. 1907.
33. Haevecker, H., Eigenschaften und Verarbeitung von Auswuchsmehl. „Mehl und Brot" 37. Jahrg, H 44, S. 1. 1937.
34. — — Auswuchs. „Die Mühle" 76. Jahrg., H. 2, S. 35. 1939.
35. Hafner, V., Die Verbreitung der Roggensorten in Niederösterreich, Burgenland und Steiermark. „Die Landeskultur" Bd. 3/4. 1938.
36. Hager, G., u. Ihle, W., Die Nährstoffverluste des Getreides durch Auswuchs. „Fortschritte der Landwirtschaft" Jahrg. 6, S. 259. 1931.
37. Herter, W., u. Meyer, E., Die Verkleisterungstemperatur von Roggen- und Weizenstärke. Zeitschr f. das gesamte Getreidewesen Bd. 12, H. 3, S. 43—44. 1920.
38. Heupke, W., Über die Verdauung der Pflanzennahrung und das Eindringen der Fermente in die geschlossenen Pflanzenzellen. „Münchener medizinische Wochenschrift" Bd. 50, S. 1969. 1933.
39. — — Die Ausnützung des Brotes. „Mehl und Brot" Bd. 36, H. 28, S. 12. 1936.
40. — — Das Brot in der Ernährung. Der Forschungsdienst Sonderheft 4, S. 45. Neudamm, Neumann. 1934.
41. Holdefleiß, P., Versuch über die Bedeutung der grünen und gelben Farbe der Roggenkörner bei der Verwendung zur Saat. Fühlings Landwirtschafts-Zeitung 48. Jahrg., S. 536. 1899.
42. Holl. H., Beiträge zur Kenntnis des Ovoalbumins, des Gliadins von Roggen und Weizen. Diss. Frankfurt a. M. 1926.
43. Hopf, L., Welchen Einfluß hat das Netzen auf die Backeigenschaften von Roggenmehl. „Die Mühle" 73. Jahrg., H. 9. 1936.
44. Jariwala, L., Alkalieinwirkung auf Eieralbumin und Gliadin. Auffindung und Untersuchung eines Kohlehydrates aus Roggenmehl. Diss. Frankfurt a. M. 1927.
45. Kazaryan, S, Milling and baking properties of the varieties of rye. Zeitschr. f. angewandte Botanik. Genetik und Pflanzenzucht Supplement 55. Leningrad 1933.
46. Kent-Jones, D. W., Modern Cereal Chemistry. Liverpool, Northern Publishing Company, 1927.
47. Kleinau, E., Untersuchungen über die Veränderungen des Korns verschiedener Roggensorten unter dem Einfluß von Boden, Temperatur, Niederschlägen und Sorte. Diss. Berlin 1931.
48. Klemt, G., Die Roggenernte des Jahres 1933. Zeitschr. f. das gesamte Getreidewesen Bd. 20, H. 12, S 299. 1933.
49. — — Die Roggenernte des Jahres 1935. Zeitschr. f. das gesamte Getreidewesen 23 Jahrg. Nr. 1, S. 10. 1936.
50. Kosmin, N. P, Das Problem der Backfähigkeit. Leipzig. M. Schäfer. 1935.
51. Kraft, W., Brot, Volksgesundheit — Nahrungsfreiheit. Dresden, Müller, 1936.
52. — — Deutschlands Nahrungsfreiheit. Dresden. Müller. 1937.
53. Kreß. H., Die gegenseitigen Beziehungen von Wachstumsbeobachtungen und Ertragsleistungen und ihr Einfluß auf die Wertbestimmung der Nachkommenschaft, nachgewiesen am Petkuser Roggen. Diss. Bonn 1938.
54. Kühl, H., Die Teigbildung der Roggenmahlprodukte. „Mehl und Brot" Bd. 36, H. 20, S. 1. 1936.
55. — — Roggenstärke und Roggenkleber. „Mehl und Brot" 37. Jahrg., Nr. 8, S. 1. 1937.
56. Küntzel, K., u. Doehner, K, Untersuchungen über die Verkleisterung der Stärke. Kolloid-Zeitschrift Bd. 86, S 124. 1939.
57. Laske, V., Der Roggen. Diss. Greifswald 1936.
58. Lehmann, F., Über die Ausnutzung von Kleie im menschlichen und tierischen Organismus. „Forschung und Fortschritte" Nr. 25. 1938.
59. Lemmerzahl, J., u. Luster, G, Die Roggenmehle der deutschen Ernte 1931. „Das Mühlenlaboratorium" 2. Jahrg.. Nr. 5, S. 25. 1932.
60. Lemmerzahl, J., Über Roggenbackfähigkeit. „Mehl und Brot" 38. Jahrg., Nr. 16, S. 1. 1938
61. — — Grundsätzliche Fragen der Sauerteigführung. „Mehl und Brot" 39. Jahrg., Nr. 18, 20, 21, 22, S. 273. 1939.
62. — — Roggenbrotfehler. Berlin, Bäcker-Verlag, 1938.

63. Levicki, St., Untersuchungen über die Qualität des Roggenkornes der Ernte 1931/32. Arbeit des Laboratoriums zur Erforschung der Wertigkeit des Brotgetreides beim Landwirtschaftlichen Institut Pulawy Nr. 12.
64. Lippmann, E, Über die Kleisterbildung bei verschiedenen Stärkearten. J. Prakt. Chem. Vol. 83, S 51. 1861.
65. Löhlein, H., Dreijährige vergleichende Untersuchungen an 27 Roggensorten. Diss. Gießen 1933.
66. Looft. H., Bericht über Backversuche, die den Einfluß des Säuregrades (Wasserstoffionenkonzentration) auf die Backkraft des Roggens zeigen. Zeitschr. f. das gesamte Getreidewesen 18. Jahrg, Nr. 7, S. 144. 1931.
67. Lüers, M, u. Ostwald, W., Viskosität von Mehl-Wasser-Gemischen. Kolloid-Zeitschrift Bd XXVII, Nr. 34. 1920.
68. Mangner, H., Über die biologische Wertigkeit des Nahrungseiweißes beim Menschen. Diss. Jena 1939.
69. Mayr, E., Die österreichischen Weizen- und Roggenzuchtsorten. „Der Züchter" 9. Jahrg., S. 146. 1937.
70. — — Ergebnisse der Erkennungsversuche der im Zuchtbuch eingetragenen Getreidesorten. „Die Landeskultur" Nr. 3. 1937.
71. Mohs, K., Mehlchemie. Dresden u. Leipzig, Steinkopff, 1931.
72. Molin, G., Untersuchung des Keimungsgrades von Weizen und Roggen unter Benutzung des Zeißschen Eintauchrefraktometers. „Das Mühlenlaboratorium" 2. Jahrg., Nr. 11. S. 61. 1931.
73. — — Bestimmung von Auswuchsschädigung in Weizen und Roggen durch das Eintauchrefraktometer. Cereal Chemistry Vol. XI, H. 2, S. 153. 1934.
74. Morgenroth, E., Der Einfluß der Witterung und Stickstoffdüngung auf das Wachstum, den Ertrag und die Kornqualität von 5 Kurzstroh- und einem Langstroh-Roggen unter besonderer Berücksichtigung der Standfestigkeit. Landw. Jahrbücher Bd. 85, Nr. 1, S. 1. 1937.
75. Mueller, G. J., Die Verkleisterungscharakteristik der Stärke und ihr Einfluß auf die Qualität von Getreide, Mehl und sonstigen stärkehaltigen Erzeugnissen. VI. Congrès International Technique et Chemique des Industries Agricoles. Budapest 1939.
76. Neumann, M. P., Kalning, H.. Schleimer, A., u. Weinmann, W., Die chemische Zusammensetzung des Roggens und seiner Mahlprodukte. Zeitschr. f. das gesamte Getreidewesen Bd. 5, S. 41. 1913.
77. Neumann, M. P., Die Bedeutung des Roggens als Brotfrucht. Illustrierte Landw. Zeitung 45. Jahrg., Nr. 30, S. 367. 1925.
78. Neumann. M. P., Mühlhaus, A., u Kalning. H., Die Beschädigung des Brotgetreides durch Auswuchs. Zeitschr. f. das gesamte Getreidewesen Bd. 15, H. 2. S. 24. 1928.
79. Neumann. M. P., Brotgetreide und Brot. Berlin, Verlag P. Parey, 1929.
80. — — Warum und wie soll für Roggenbrot geworben werden? Forrog-Blätter 2. Jahrg. Nr. 5, S. 74. 1935.
81. Neumann, R. O., Untersuchungen über die Ausnutzung von Weizenbrot und Roggenbrot aus Mehlen von verschiedener Ausmahlung. Arbeiten aus dem Reichsgesundheitsamt Bd. 57. 1936.
82. Nyman, M.. Untersuchungen über die Verkleisterungstemperaturen bei Stärkekörnern. Zeitschr. f. Untersuchung der Nahrungs- u. Genußmittel 45. Bd., Nr. 24, S. 673. 1913.
83. Osborne, F. B., und Voorhees, C., Die Proteide im Getreide, Hülsenfrüchte und Ölsamen. Heidelberg 1897.
84. Ostwald u. Frenkel, Kinetische Studien über Stärkekaltverkleisterung. I. Kolloid-Zeitschrift Bd. 43, H. 3. 1917. II. Kolloid-Zeitschrift Bd. 54, H. 2. 1931.
85. Ostwald, Wo, u. Lüers. H., Beiträge zur Kolloidchemie des Brotes II. Zur Viskosimetrie der Mehle. Kolloid-Zeitschrift Bd. 25, Heft 2—3. 1919.
86. Pelshenke, P., Untersuchungsmethoden für Brotgetreide, Mehl und Brot. Leipzig, Schäfer. 1938.
87. — — Brotverbrauch und Brotqualität in Deutschland. Der Forschungsdienst Sonderheft 10. Neudamm, Neumann, 1938.
88 Pelshenke, P., Weimerhaus, E., u. Svenson, J., Mikrobiologische Sauerteigstudien. Vorratspflege und Lebensmittelforschung Bd. II, Heft 9/10, S. 591. 1939.
89. Pesola, V. A., Tärkeimmät Ruislaatumme. (Roggenzüchtung.) Valtion Maatalouskoetoiminnan Tiedonantoja Nr. 68. Helsinki 1924.
90. Pronin, S., Einfluß der Temperatur auf die Bildung reduzierender Stoffe bei der Selbstverzuckerung des Roggenmehles. Biochemische Zeitschrift 240. Bd., S. 94. 1931.
91. Raupach, F., Die physiologischen Eigenschaften und Leistungen der deutschen Roggensorten. Botanisches Archiv Bd. 18, H. 1—3, S. 93—268. 1927.
92. Reichert, W., Grün- und gelbkörniger Roggen und dessen Erträge im feldmäßigen Anbau. Illustrierte Landw. Zeitung Bd. 24, S. 217. 1904.

93. Reichsnährstand, Bericht über die Ergebnisse der Landessortenversuche mit Winterroggen 1937. Berlin 1937.
94. — — Bericht über die Ergebnisse der Vorprüfungsversuche mit Winterroggen 1938. Berlin 1938.
95. — — Bericht über die Ergebnisse der Stammesprüfungen mit Winterroggen 1938. Berlin 1938.
96. Roemer, Th., Die Züchtung von Auswuchsfestigkeit bei Getreide. Der Forschungsdienst Sonderheft 10, S. 35. Neudamm, Neumann, 1938.
97. — — Roggenzüchtung in „Handbuch der Pflanzenzüchtung". Berlin, Verlag P. Parey, 1939.
98. Rotsch, A., Über die Wirksamkeit des Weizen- und Roggenmehles. Biochemische Zeitschrift 301. Bd., H. 5—6, S. 418. 1939.
99. Rotsch, A., u. Pietz, J., Kann man Roggen- neben Weizenmehl quantitativ bestimmen? „Das Mühlenlaboratorium" 9. Jahrg., H. 8, S. 105. 1939.
99a. Rotsch, A., Untersuchungen über das Roggengummi. „Das Mühlenlaboratorium" 11. Jahrg., H. 1, S. 1. 1941.
100. Rubner, M., Die Verwertung des Roggens in ernährungsphysiologischer und landwirtschaftlicher Hinsicht. „Die Volksernährung" H. 5. Berlin. Springer, 1925.
101. Ruschmann, C., Untersuchungen von Roggen-Körnern verschiedener Herkunft. Diss. Leipzig 1897.
102. Sándor, Z v., Über ungarische Roggen und Roggenmehle. Zeitschr. f. Untersuchung der Lebensmittel Bd. 56, S. 308. 1928.
103. Scheffer, W., Über den Nachweis von mechanischen Beschädigungen der Stärkekörner. Zeitschr. f. das gesamte Getreidewesen Bd. 11, H. 5/6, S. 41. 1919.
104. Scheunert, A., Über den Gehalt von Weizen- und Roggenkeimen an Vitaminen. Biochemische Zeitschrift Bd. 183, S. 113. 1927.
105. — — Broternährung und Ausmahlungsgrad des Mehles. Der Forschungsdienst Sonderheft 4, S. 49. Neudamm, Neumann, 1936.
106. — — Die Stellung des Brotes in der menschlichen Ernährung. „Mehl und Brot" 36. Jahrg., Nr. 47, S. 1. 1936.
107. Scheunert, A., u. Schieblich, M., Über den Vitamingehalt von Weizen und Roggen und der daraus hergestellten Mehle und Brote. Biochemische Zeitschrift 290. Bd., H. 5—6, S. 398—418. 1937.
108. Scheunert, A., Vitamine in Mehl und Brot. „Mehl und Brot" Bd. 36, H. 44, S. 8. 1936.
109. Schleip, H., Untersuchungen über die Auswuchsfestigkeit bei Weizen. Landw. Jahrbücher Bd. 86, H. 5, S. 795. 1938.
110. Schmidt, E., Experimentelle Untersuchungen über die Auswuchsneigung und Keimreife als Sorteneigenschaften des Getreides. Angewandte Botanik Bd. 16, S. 10—50. 1934.
111. Schmidt, E. A., u. Scholz, H., Der Einfluß der Griffigkeit des Roggenmehles und des Feinheitsgrades des Roggenschrotes auf die Verkleisterungsfähigkeit der Stärke. „Das Mühlenlaboratorium" Bd. 8, H. 12, S. 185. 1938.
112a. Schnelle, Fr., unter Mitarbeit von Heiser, Fr., Einfluß von Sorte und Umgebung auf verschiedene Eigenschaften der Roggenkörner. „Das Mühlenlaboratorium" Bd. 3, H. 1, S. 3. 1933.
112b Schnelle, Fr., Studien über die Backqualität von Weizensorten. Arch. Landw. A H. 4, S. 88. 1930.
113 Scholz, H., Betrachtungen zur Untersuchungsmethodik der Roggenmehle. Zeitschr. f. das gesamte Getreidewesen 26. Jahrg., Nr. 8, S. 148. 1939.
114. Schulerud, A., Die Stärke als bestimmender Faktor für die Backfähigkeit der Roggenmehle. „Das Mühlenlaboratorium" Bd. 6, H. 12, S. 177. 1936.
115. — — Richtlinien für die Beurteilung der Backfähigkeit des Roggenmehles. „Das Mühlenlaboratorium" Bd. 7, H. 8, S. 105—110. 1937.
116. — — Praktische Betriebskontrolle beim Roggenmehl und Roggenbrot. „Mehl und Brot" 37. Jahrg., Nr 40, S. 1. 1937.
117. — — Die Rolle des Proteins bei der Roggenbrotherstellung. „Das Mühlenlaboratorium" Bd. 8, H. 12, S. 198. 1938.
118. — — Das Roggenmehl. Leipzig, Schäfer, 1939.
119. Seemann, H., Über die biologische Wertigkeit des Nahrungseiweißes beim Menschen. Diss. Jena 1939.
120. Seidel, K., Formen der Ernteschädigungen und Gesichtspunkte für die müllerische Verarbeitung erntegeschädigten Korns. Allgemeine Deutsche Mühlen-Zeitung 39. Jahrg., Nr. 43, S. 410. 1936.
121. — — Verhalten beschädigter Stärke im Teig. Allgemeine Deutsche Mühlen-Zeitung 35. Jahrg., S. 192. 1932.
122. Stepp, W., u. Schroeder, H., Neuere praktisch wichtige Erkenntnisse auf dem Gebiet der Vitaminlehre. „Leib und Leben" Bd. 6, S. 189. 1938.

123. Tillmans, J.. u. Philippi, K., Über den Gehalt der wichtigsten Proteine der Nahrungsmittel an Kohlehydrat und über ein kolorimetrisches Verfahren zur quantitativen Bestimmung von stickstofffreiem Zucker in Eiweiß. Biochemische Zeitschrift Bd. 215, S. 36. 1929.
124. Tillmans, J., Ein neues Kohlenhydrat in Roggenmehl und ein darauf aufgebautes Verfahren zum Nachweis von Roggenmehl in Weizenmehl und anderen Mehlarten. Zeitschr. f. Untersuchung der Lebensmittel Bd. 56, S. 26. 1928.
125. Voß, H., Untersuchungen über den Einfluß von Saatmenge und Saatzeit auf die morphologische Beschaffenheit des Roggens und seine physikalischen und chemischen Korneigenschaften. „Botanisches Archiv“ Bd. 28, H. 3/4, S. 289—360. 1930.
126. — — Untersuchungen über Keimruhe und Auswuchsneigung von Getreidesorten. Landw. Jahrbücher 89. Bd.. H. 2, S. 202. 1939.
127. Wagemann, E., Die Zukunft des Roggens. Vierteljahrshefte z. Konjunkturforschung Sonderheft 20. Berlin 1930.
128. Westermeier, N., Züchtungsversuche mit Winterroggen. Botanisches Centralblatt Bd. LXXVIII, Nr. 2, Jahrg. XX, Nr. 15, S. 33. 1899.
129. — — Die Farbe der Roggenkörner. Fühlings Landwirtschafts-Zeitung 45. Jahrgang, S. 10. 1896
130. Wien, J., Einige Feststellungen bei grün- und gelbkörnigem Roggen, insbesondere über die Beziehungen zwischen Kornfarbe, Klebergehalt und Backfähigkeit. Diss. Halle a. S. 1904.
131. Wirz, F.. Nationalsozialistische Forderungen an die Volksernährung. „Die Ernährung“ Bd. 1, H. 3, S. 103. 1936.
132. Zeisset, A.. Die Ermittlung der Teigausbeute beim Sauerteig-Backversuch. Zeitschr. f. das gesamte Getreidewesen Bd. 22, H. 5, S. 86. 1935.

Aus der Kartoffelzuchtanstalt in Slap bei Tabor

# Die Brüchigkeit des Roggens

Von

**Eugen Jermoljev**

(Mit 9 Abbildungen)

Nahezu in jedem Roggenschlag finden sich zur Zeit, wo der Roggen in Ähren schießt, einzelne Halme, die sich unter der Last ihrer Ähre im Bogen hinunterbiegen (siehe die photographischen Abbildungen 1 u. 2).



Abb. 1



Abb. 2

Solche schwache Halme neigen sich nur allzu nachgiebig auch beim geringsten Windstoß. Biegt man einen solchen Halm um, so bricht er, und es knackt dabei wie in einem Glasröhrchen; man kann ihn an jeder beliebigen Stelle und in ganz kleine Stücke brechen, so, wie man ein Glasrohr mit einem Diamanten zerschneiden kann, ganz im Gegensatz zu einem normalen Halm, der nur angeknickt wird, niemals aber in zwei Stücke bricht. Ebenso, nur ohne zu knacken, brechen auch die Blätter, die Ährenspindel, die Spelzen und die Grannen.

Derartigen Roggen nennen wir brüchig. Besonders auffallend wird die Brüchigkeit, wenn der Roggen in Ähren schießt (Abb. 3), denn die Halme neigen sich dann schon merklich unter der Last der verhältnismäßig schweren Ähren. Die Brüchigkeit verliert sich auch nicht, wenn die Ähren bereits reif geworden sind. Ist ein brüchiger Halm nicht an Nachbarpflanzen angelehnt, so bricht er früher oder später, und die Ähre fällt zu Boden. Nur selten sind solche Ähren durch Nachbarhalme so gut gestützt, daß sie ausreifen können.

Es ist erwiesen, daß die Brüchigkeit des Roggens nicht durch irgendwelche Parasiten verursacht wird. Die Leptosphaeria herpotrichoides befällt den Roggen nur am untersten Teile des Halmes, der nur an dieser Stelle brüchig ist. Parasiten, welche Brüchigkeit des ganzen Halmes verursachen wie in unserem Fall, sind in der Phytopathologie nicht bekannt.

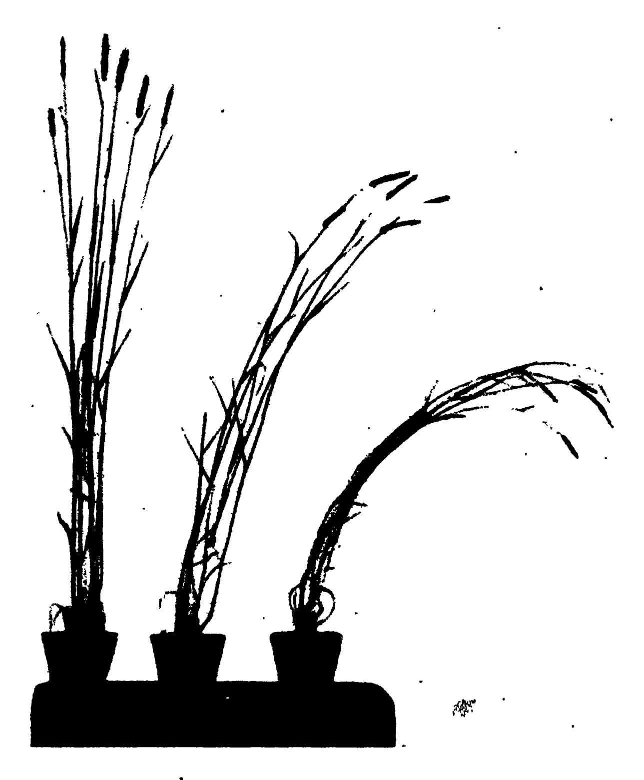


Abb. 3. a = normale Pflanze, b, c = brüchige Pflanzen

Mangel oder Überfluß an den wichtigsten Bodennährstoffen beeinflussen das Auftreten der Brüchigkeit nicht.

Ferner wurde untersucht, ob die Brüchigkeit des Roggens eine erbliche Eigenschaft ist. In dreijährigen Versuchen wurde festgestellt, daß sie erblich ist.

Die Erblichkeit der Brüchigkeit wurde auf normal gedüngten Parzellen untersucht, welche von den normalen Roggenbeständen räumlich isoliert waren, um den Einfluß der Bestäubung mit normalen Pflanzen auszuschalten.

Herr Lada, ein Züchter in Wierzbno, hat eine genetische Analyse der Brüchigkeit des Roggens vorgenommen. Er stellte fest, daß die Roggenbrüchigkeit eine erbliche Eigenschaft ist, die nur durch einen rezessiven Faktor bedingt ist.

Die Brüchigkeit des Roggens wird äußerlich erkennbar, wenn die rezessiven Gene der Brüchigkeit in den homozygotischen Zustand übergehen. Dies wird auch dadurch bestätigt, daß beim Roggen Brüchigkeit infolge von Selbstbestäubung ensteht (Antropov, Agejev). Selbstbestäubung (Inzest) und Verwandtenbestäubung (Inzucht) verursachen einen raschen Übergang der heterozygotischen in homozygotischen Formen. Die Heterozygoten verschwinden zwar nicht ganz, aber ihr prozentuales Verhältnis zu den Homozygoten wird immer geringer.

Die Mehrzahl der rezessiven Faktoren geht schon in den ersten Generationen nach der Selbstbestäubung in den homozygotischen Zustand über; häufig ergeben einige Faktoren defektive oder nicht lebensfähige Formen. Diese sind z. B. Albinose (junge Roggenpflanzen ohne Chlorophyll), Halbalbinose, Zwergformen (sehr niedrige Pflanzen, nicht über 25 cm groß, jedoch mit normalen Ähren), brüchige Pflanzen, Formen mit Unregelmäßigkeiten in den reproduktiven Organen, sterile Formen, buntblättrige Pflanzen, Formen ohne Ligule usw. Aber außer solchen Abnormitäten können auch praktisch wertvolle, dem Züchter erwünschte Formen auftreten. In diesem Sinne ist die Inzucht ein wirklich unersetzliches Hilfsmittel für den Züchter. Mit ihrer Hilfe kann er die Population an fremdbestäubenden Pflanzen auf ihren Formengehalt analysieren, die fehlerhaften recessiven Formen daraus entfernen und die wertvollen Formen belassen. So gelang es Rümcker die gewöhnliche grüne Farbe der Roggenkörner in der Population in hellgelb, grün, bläulich, grau und kaffeebraun zu zerlegen. Im Zuchtunternehmen der Brüder Weibull in Landskron (Schweden) züchtete Herbert Nilson aus dem Petkuser Roggen die Sorte „Storn-Rag“ mit kurzem, festem, lagerfestem Stroh (auch das ist ein rezessives Merkmal). In SSSR. befaßten sich mit der Er-

Brüchiger Roggen


Normaler Roggen

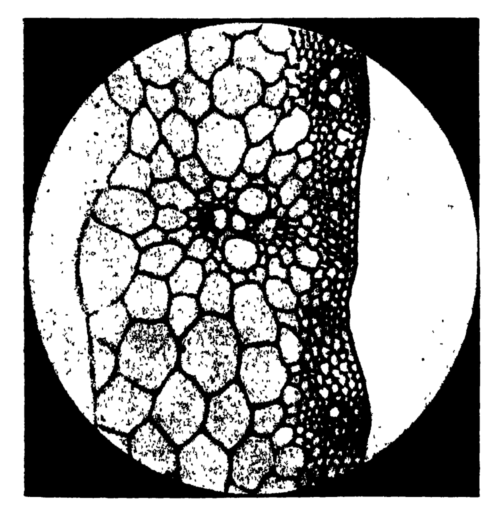


Abb. 4

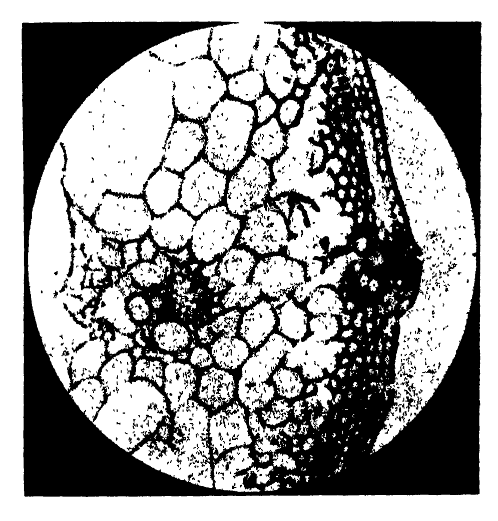


Abb. 5

forschung des Einflusses der Inzucht auf die verschiedenen geographischen Rassen des Roggens Agejev und Antropov. Es gelang ihnen, den Roggen in botanische Formen zu zerlegen, welche Übergangsformen zwischen Kulturroggen und Unkrautroggen darstellen. Es ergab sich eine ganze Reihe genetisch interessanter Formen, bei denen die Blätter so breit waren wie bei Maiglöckchen, Formen mit rosa Stroh, mit brüchigem Stroh und andere. Zugleich erhielten die Forscher rezessive Formen, welche in der landwirtschaftlichen Praxis erfolgreich verwertbar sind, wie Formen mit niedrigem, lagerfestem Stroh, Formen mit kräftiger Bestockung, blätterreiche Formen, welche sich vorzüglich für Wintergemenge eignen, sowie Formen, welche gegen Erysiphe (Antropov), Puccinia graminis, Puccinia dispersa (Mains und Brewbaker) resistent sind.

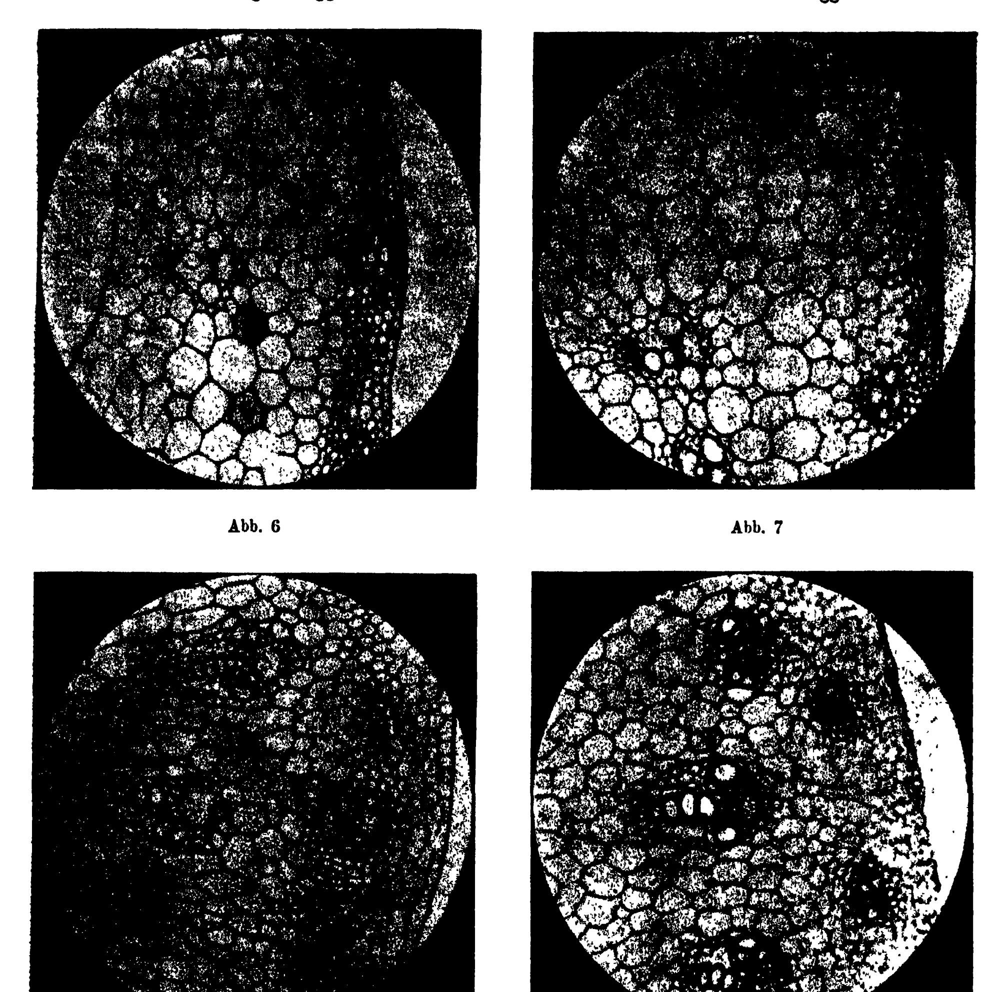



Abb. 6 Abb. 7

Abb. 8 Abb. 9

Das Vorkommen der homozygotischen rezessiven Formen innerhalb der Kulturroggensorten hängt vom Grade der Verwandtenbestäubung ab.

Brüchigkeit, Albinismus, Zwergformen und andere Abnormitäten kommen bei der Züchtung mehr oder weniger vor, wenn der Züchter, um die Homozygotität der Sorte zu erhöhen, beim Roggen entweder Selbstbestäubung oder nahe Verwandtenbestäubung anwendet.

Alle unerwünschten Formen werden bei Züchtung beseitigt und die fertilen Pflanzen mit erhöhter, wenn auch etwas depressierter Homozygotität zielbewußt untereinander gekreuzt, wodurch eine synthetische Population erzielt wird, welche noch genügend heterozygot in ihrer Produktivität und der Beständigkeit der Erträge sein soll.

Nilsson Ehle hält es für zweckmäßig, gleich zu Beginn der Roggenzüchtung die Selbstbestäubung anzuwenden. Nach Beseitigung aller nicht

lebensfähigen und minderwertigen Formen, welche den Gesamtwert der Population herabmindern, werden von den verbleibenden normalen Pflanzen in $I_1$ die Eliten zur weiteren individuellen Züchtung gewählt.

Unter den rezessiven Roggenformen fesselte meine Aufmerksamkeit durch ihre seltene Abnormität namentlich die Brüchigkeit des Halmes und der Ähre. Nach dem Vavilovschen Gesetze der homologischen Reihen in der erblichen Variabilität könnte man erwarten, daß die Brüchigkeit auch bei den Secale genetisch nahestehenden Arten und Gattungen vorkommen sollte. Tatsächlich gelang es Ing. J. Kolarsch bei der Gräserzüchtung (Landwirtschaftliche Versuchsstation in Tabor) die Halmbrüchigkeit bei Avena elatior, Avena flavescens, Lolium perenne und Festuca pratensis darzustellen.

Bei den selbstbestäubenden Pflanzen findet sich die Brüchigkeit nicht mehr. Der Übergang von Fremd- zu Selbstbestäubung erzwingt die Homozygotität der Rezessiven. Alles Nichtlebensfähige geht zugrunde. Es bleibt, was vermehrungsfähig ist. Darum erhalten sich der Halbalbinismus und die Zwergformen. Die Brüchigkeit muß verschwinden.

Ich habe bei brüchigem und normalem Roggen außer der Vererbung der Brüchigkeit auch die Morphologie, den anatomischen Bau der Halme, die chemische Zusammensetzung der Halme und Ähren und den Verlauf der photosynthetischen Assimilation geprüft.

## 1. Morphologie

Brüchiger Roggen hat meistens nicht so hohe Halme, wie normaler Roggen. Beim Ährenschossen, kurz vor der Blüte, waren seine Halme etwa 102 cm hoch, bei normalem Roggen dagegen 190 cm. Die Stärke der Halme variiert bei beiderlei Roggen ungefähr in etwa gleichem Verhältnis. 100 Messungen zwischen den zweiten und dritten Internodien von oben ergab im Durchschnitt die Halmstärke 3,5 mm bei brüchigem und 3,9 mm bei normalem Roggen. Beim brüchigen Roggen sind die Ähren meistens kleiner und die Körner durchwegs geringer.

Die folgende Tabelle zeigt die Größe und daß absolute Gewicht der Körner brüchiger Pflanzen im Vergleich zu den normalen. Hierbei wurden bei den brüchigen Pflanzen absichtlich die besseren Ähren gewählt.

Tabelle 1

| | Unter 2 mm % | 2—2,2 mm % | Über 2,2 mm % | Tausendkorngewicht g |
|---|---|---|---|---|
| Brüchige Körner . . . . . | 5,09 | 10,03 | 84,88 | 31,4 |
| Normale Körner . . . . . | 2,68 | 9,14 | 88,18 | 37,8 |

## 2. Mikroskopische Studien

Bei Bereitung der mikroskopischen Schnitte sowohl mit der Hand als auch mit dem Mikrotom zeigte sich ein großer Unterschied in der Härte des Strohes. Brüchiger Roggen war sehr leicht und gut zu schneiden und ließ ganz einwandfrei Mikrophotographien erzielen. Normaler Roggen war viel schwerer zu schneiden, so daß es ziemliche Mühe kostete, mehr oder weniger einwandfreie Schnitte zu machen.

Der anatomische Bau des Roggens zeichnet sich wie bei allen Gramineen durch das stark entwickelte mechanische Gewebe aus. Die Außenschicht unter der Epidermis besteht aus dem sklerenchymatischen Gewebe, welches sehr zugfest, dabei aber biegsam ist.

Da brüchiger Roggen viel von seiner Gesamtfestigkeit verloren hat und vor allem nur ganz geringe Elastizität aufweist, ist zu vermuten, daß das mechanische Gewebe des Halms vom normalen Zustand abweicht.

Das mikroskopische Studium (Mikrophotographien Nr. 4—9, 115 mal vergrößert) zeigt, daß die Anordnung der einzelnen Gewebe und Gefäßbündel beim normalen wie beim brüchigen Roggen die gleiche ist. Die Epidermis besitzt gleich große Zellen, aber die Stärke der Zellwände ist bei brüchigem Roggen geringer (Aufnahme Nr. 6 und 7). Das Assimilationsgewebe ist ungefähr gleich stark entwickelt. Die Zellen des Mark-Parenchyms sind beim brüchigen Roggen zum Teil kleiner und dünner als bei den normalen Pflanzen, aber auch zuweilen gleich stark. Die Gefäßbündel weisen einige Abweichungen auf. Das Xylem der normalen Pflanzen ist im ganzen besser entwickelt als bei den brüchigen. Der Durchschnitt der Tracheen und ihre Wandstärke ist größer (Aufnahme Nr. 8 und 9) Auch am mechanischen Gewebe, welches eigentlich dem Halm die nötige Elastizität und Festigkeit verleiht, ist zu beobachten, daß die Größe der Zellen und die Bandbreite der sklerenchymatischen hypodermalen Schicht keine größeren Unterschiede aufweisen, jedoch die Wandstärke der Zellwände beim brüchigen Roggen auffallend geringer ist (Aufnahme 4—5).

Der Roggenhalm ist nicht der ganzen Länge nach gleichartig. Es ist darum sehr wichtig, nur gleiche Teile der Pflanzen untereinander zu vergleichen, z. B. die Mitte der ersten Internodien, oder Schnitte 2 cm über dem Knoten zwischen der 2. und 3. Internodie. Ebenso ist bei der Wahl der Vergleichspflanzen unbedingt darauf zu achten, daß beide gewählten Pflanzen auf gleicher Entwicklungsstufe stehen, damit sie sich nicht zu sehr voneinander unterscheiden. Dies gilt sowohl für die Höhe als auch Stärke des Halmes. Ohne diese Voraussetzungen wird man leicht zu unrichtigen Schlußfolgerungen kommen.

Der anatomische Unterschied zwischen brüchigem und normalem Roggen besteht also vor allem in der Stärke der Zellwände vorwiegend des mechanischen Gewebes. Diese Veränderung bewirkt beim brüchigen Roggen verminderte Elastizität und geringere Festigkeit des Halmes.

### 3. Die chemische Analyse

Die Richtigkeit dieses Befundes wollte ich durch die chemische Analyse des Halmes unterstützen. Da sich die Zellwände überwiegend aus Zellulose zusammensetzen, sollte sich bei brüchigem Roggen in der gleichen Menge Trockensubstanz weniger Zellulose vorfinden als beim normalen.

Der Roggen wurde zuerst beim Ährenschossen (kurz vor der Blüte), das zweite Mal vor der Reife zur Zeit der normalen Ernte analysiert. Es zeigte sich, daß brüchiger Roggen in der gleichen Menge Trockensubstanz etwas mehr Gesamtaschensubstanz sowie mehr von deren einzelnen Bestandteilen wie auch etwas mehr Rohprotein, als normaler Roggen, dagegen aber fast nur die Hälfte der Rohfaser (Tabelle Nr. 2) enthält.

Rohfaser nennt man jenen Teil der Pflanzensubstanz, welcher in verdünnten Säuren und Alkalien nicht löslich ist. Sie ist von verschiedener Zusammensetzung und enthält außer echter Zellulose auch einen Teil Hemizellulosen, Pentosanen und Lignin. Wenn die Zelle zu wachsen beginnt, besteht ihre Zellhaut aus reiner Zellulose. Im späteren Verlauf ihres Wachstums lagern sich in der Zellhaut noch andere Substanzen ab wie z. B. Hemizellulosen, in denen Pentosanen überwiegen, dann Pektinstoffe und inkrustierende organische Stoffe, allgemein mit Lignin bezeichnet.

Tabelle 2a

Aschenanalyse des Roggens (% in Trockensubstanz)

| | Ährenschossen 1931 | | Ährenschossen 1932 | | Ährenschossen 1933 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | brüchig | normal | brüchig | normal | brüchig | normal |
| Trockensubstanz % | 90,49 | 91,90 | 87,16 | 87,91 | 88,84 | 89,65 |
| Asche | 6,39 | 5,14 | 5,99 | 5,72 | — | — |
| Rohprotein Halme | 7,03 | 5,81 | 8,13 | 7,63 | — | — |
| Rohprotein Ähren | — | — | 16,25 | 15,25 | — | — |
| Rohfaser Halme | 23,06 | 49,66 | 18,78 | 34,50 | 20,72 | 44,86 |
| Rohfaser Ähren | — | — | 20,82 | 26,80 | — | — |
| $SiO_2$ | 1,23 | 0,78 | 0,89 | 0,79 | — | — |
| $Fe_2O_3$ | — | — | 0,003 | 0,001 | — | — |
| CaO | 0,23 | 0,23 | — | — | — | — |
| MgO | 0,16 | 0,12 | — | — | — | — |
| $P_2O_5$ | 0,49 | 0,35 | — | — | — | — |
| $K_2O$ | 3,08 | 2,53 | — | — | — | — |

Tabelle 2b

| | Reife 1930 | | Reife 1932 | | Reife 1933 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | brüchig | normal | brüchig | normal | brüchig | normal |
| Trockensubstanz % | 92,30 | 93,10 | 89,52 | 91,30 | 88,90 | 89,70 |
| Asche | — | — | 6,00 | 5,51 | — | — |
| Rohprotein Halme | 4,29 | 3,43 | 7,63 | 6,38 | — | — |
| Rohprotein Ähren | — | — | 10,50 | 3,69 | — | — |
| Rohprotein Körner | — | — | 14,27 | 11,19 | — | — |
| Rohfaser Halme | 21,14 | 53,15 | 21,36 | 43,22 | 21,09 | 51,76 |
| Rohfaser Ähren | — | — | 22,08 | 39,50 | — | — |
| $SiO_2$ | 1,47 | 0,63 | 1,12 | 0,92 | — | — |
| $Fe_2O_3$ | — | — | 0,032 | 0,013 | — | — |
| CaO | — | — | 0,34 | 0,29 | — | — |
| MgO | — | — | 0,22 | 0,17 | — | — |
| $P_2O_5$ | — | — | 0,63 | 0,60 | — | — |
| $K_2O$ | — | — | 2,95 | 2,76 | — | — |

Das Lignin füllt in unregelmäßiger Form die intermizellaren Räume in der Zellhaut, wodurch sie holzig wird. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Zellulosehäute werden dadurch stark verändert. Die durch Lignin „imprägnierte" Zellulose widersteht der Schweizerschen Reagens und ergibt keine Reaktion auf Zellulose. Die elastischen und dehnbaren reinen Zellulosezellhäute werden fester, härter und spröder, und somit wird auch der Dehn- und Elastizitäts-Koeffizient weit geringer. Die verholzten Zellhäute quellen weniger auf, obwohl sie Wasser gierig aufnehmen, und dieses in ihnen leicht beweglich ist. Stark verholzte Zellhäute stellen ihr Flächenwachstum ein, neue Lamellen können nur durch Apposition hinzutreten.

Die Rohfaser wird nach der Methode W. Henneberg und Fr. Stohmann bestimmt. Sie besteht hauptsächlich aus Zellulose (ein kleiner Teil derselben bleibt gelöst), Lignin (ein kleiner Teil davon wird durch die Lauge gelöst), Kutin und einer geringen Menge unaufgelöster Hemizellulose und Pentosanen. Diese Methode gibt keine genauen Ergebnisse und ist nur relativ richtig, wenn man zwei auf gleiche Weise durchgeführte Analysen vergleicht.

Die Rohfaser entspricht also ungefähr dem Gerüst der Pflanze resp. ihren Zellwänden. Da brüchiger Roggen in der gleichen Menge Trockensubstanz weit weniger Rohfaser enthält als normaler Roggen, wird der Befund der mikroskopischen Analyse bestätigt; die Zellwände des brüchigen Roggens und namentlich die Zellen des mechanischen Gewebes sind dünner. Die Halme und Ähren verlieren sonach die nötige Elastizität und Festigkeit.

Nimmt man an, daß normaler Roggen einen Rohfasergehalt von 100 hat, so hatte brüchiger Roggen zur Zeit des Ährenschossens folgenden Rohfasergehalt: (Tab. 2a) Halme 1931 = 46,4, 1932 = 54,4, 1933 = 46,2, Ähren 1932 = 77,7; zur Reifezeit (Tab. 2b): Halme 1930 = 39,8, 1932 = 49,4, 1933 = 40,7, Ähren 1932 = 35,9 %. Der Gehalt an Rohfaser nimmt durch das Pflanzenalter immer mehr zu, doch bildet sich diese beim normalen Roggen viel intensiver als bei den brüchigen Pflanzen. In der Zeit vom Ährenschossen bis zur völligen Reife stieg 1932 der Rohfasergehalt bei den Halmen der normalen Pflanzen um 20,2 %, bei den brüchigen um nur 5,7 %.

Die mikrochemische Reaktion auf die Verholzung der Zellwände (Anilinchlorid, Floroglucin mit Salzsäure, Mäulesche Reaktion), die einerseits an mit der Hand gemachten Schnitten von lebenden Pflanzen, andererseits an mikrotomischen Schnitten von fixierten Pflanzen durchgeführt wurde, zeigte, daß die Verholzung sowohl der hypodermalen Schicht als auch der entsprechenden Partien der Gefäßbündel beim brüchigen wie beim normalen Roggen in gleicher Weise fortschreitet. Ein Unterschied im Grade der Verholzung war mit bloßem Auge nicht wahrnehmbar. Der Ligningehalt in Rohfaser wurde daher chemisch bestimmt (Tab. 3).

Tabelle 3
Bestimmung des Lignins in der Rohfaser der Roggenhalme 1933
(Auf Trockensubstanz bezogen)

| Roggen | Entwicklungsstufe | Rohfaser | Rohzellulose | Lignin | % Lignin in der Rohfaser |
|---|---|---|---|---|---|
| Normal | Ährenschossen | 44,86 | 34,80 | 10,06 | 22,43 |
| | Reife | 51,76 | 37,21 | 14,55 | 28,11 |
| Brüchig | Ährenschossen | 20,72 | 14,88 | 5,84 | 28,19 |
| | Reife | 21,09 | 12,98 | 8,11 | 38,45 |

Selbstverständlich erhalten die reifen Pflanzen mehr Lignin als beim Ährenschossen. Die absolute Ligninmenge (auf Trockensubstanz bezogen) ist bei den brüchigen Pflanzen geringer als bei den normalen, aber der prozentuale Ligningehalt in der Rohfaser ist bei den brüchigen Pflanzen höher. Die Zellhäute des normalen wie des brüchigen Roggens unterscheiden sich nicht nur durch ihre Wandstärke, das heißt in Menge sondern auch in Qualität der Rohfaser. Bei den brüchigen Pflanzen sind die entsprechenden Teile etwas mehr von inkrustierenden Stoffen durchdrungen, d. h. stärker verholzt.

## 4. Der physiologische Teil

Die Zellulose bildet sich in der Zelle durch Kondensation der photosynthetischen Assimilationsprodukte, nämlich des Zuckers. Die photosynthetische Assimilation besteht in der Reduktion der Kohlensäure wahrscheinlich zu Formaldehyd (v. Bayer) oder in der Umwandlung von $CO_2$ in Ameisensäure und deren Reduktion zu Formaldehyd (Kleinstück, Wislicenus) und in der weiteren Kondensierung der sich bildenden Produkte zu Zucker, der sich in Stärke und nach Bedarf in Zellulose umwandelt.

Die Photosynthese verläuft beim brüchigen Roggen anfangs analog wie beim normalen. Die im Laufe des Tages gebildete Stärke, von welcher der brüchige Roggen nach der qualitativen Prüfung unter dem Mikroskop abends (um 18 Uhr) scheinbar etwas mehr enthielt als der normale Roggen, verwandelte sich während der Nacht fast vollständig in Zucker. Morgens (um 3 Uhr) enthielten brüchige und normale Pflanzen in gleicher Weise wenig Stärkekörner. Im weiteren Verlauf muß beim brüchigen Roggen irgend eine größere Änderung oder Störung eintreten. Es waren größere Unterschiede zwischen normalem und brüchigem Roggen sowohl in bezug auf in den Blättern angesammelte Gesamtzuckermenge als auch in bezug auf den chemischen Charakter dieser zu beobachten.

Analysiert wurden Roggenblätter zu Beginn des Ährenschossens abends um 18 Uhr und früh um 3 Uhr (Tab. 4).

Tabelle 4
Zuckerbestimmung in den Roggenblättern zu Beginn des Ährenschossens
(Auf Trockensubstanz bezogen)

| Zeitpunkt der Entnahme Roggenblätter | Roggen | Die Zuckerbestimmung erfolgte | % Invertzucker in der Trockensubstanz | Differenz |
|---|---|---|---|---|
| 24. 5. 32. 18 Uhr . . | brüchig | vor der Inversion<br>nach der Inversion | 7,20<br>19,31 | 12,11 |
| | normal | vor der Inversion<br>nach der Inversion | 7,71<br>16,52 | 8,81 |
| 25. 5. 32. 3 Uhr . . . | brüchig | vor der Inversion<br>nach der Inversion | 8,12<br>16,88 | 8,76 |
| | normal | vor der Inversion<br>nach der Inversion | 8,25<br>13,47 | 5,22 |

Der brüchige Roggen enthielt (auf Trockensubstanz bezogen) morgens sowie abends etwas weniger die Fehlingsche Lösung direkt reduzierender Stoffe als normaler Roggen (Tab. 5).

Tabelle 5

| | Abends | | Morgens | | Abends | Morgens |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | vor der Inversion | Zunahme nach der Inversion | vor der Inversion | Zunahme nach der Inversion | zusammen | zusammen |
| Brüchig . . | 7,20 | 12,11 | 8,12 | 8,76 | 19,31 | 16,88 |
| Normal . . | 7,71 | 8,81 | 8,25 | 5,22 | 16,52 | 13,47 |

Nach der Inversion war jedoch der Gehalt an reduzierenden Stoffen beim brüchigen Roggen schon bedeutend höher, so daß dieser von allen reduzierenden Stoffen mehr enthielt als normaler Roggen.

Zur größten Störung kommt es aber bei der Bildung der Zellulose. Hierbei bleiben die brüchigen Pflanzen hinter den normalen weit zurück.

Sowohl die Stärke als auch die Zellulose sind Komplexe der d-Glukose; der Unterschied besteht in der Art der Kondensierung. Die Hydrolysierung der Stärke zu Glukose verläuft über Maltose und Dextrose, die Hydrolisierung der Zellulose über Zellobiose, daß ist der Maltose isomeres Disaccharid. Bemerkenswert ist, daß die Zuckerkondensierung zu Assimilationsstärke beim

*brüchigen Roggen normal verläuft*, aber *die Fähigkeit der Zuckerkondensation* zu Zellulose, die für den Aufbau der Zellhaut und deren Wachsen so notwendig ist, beim brüchigen Roggen größtenteils verloren gegangen ist.

Obwohl die brüchige Pflanze vor der Blüte relativ reicher an Aschensubstanz und Assimilaten ist, was sich auch in einem erhöhten Turgor äußert, bringt sie im ganzen doch weniger Substanz hervor. (Beim Schneiden zur Zeit des Ährenschossens trat beim brüchigen Roggen stets mehr Saft aus als beim normalen, was den Eindruck erweckt, daß der Turgor beim brüchigen Roggen größer ist.) Der Durchschnitt von Wägungen 100 lufttrockener brüchiger Halme samt Ähren zur Zeit des Ährenschossens ist für den Halm 1,7 g, beim normalen Roggen dagegen 2,4 g.

## Zusammenfassung

Die Brüchigkeit des Roggens ist eine abnormale, aber nicht allzu seltene Eigenschaft. Bei aufmerksamer Beobachtung findet man sie fast auf jedem Roggenfelde. Sie erscheint vereinzelt und verursacht daher keine nennenswerte Ertragsminderung. Erstmals wurde brüchiger Roggen in Slap im Jahre 1928 auf einer kleinen Parzelle gefunden, welche zwecks Erzielung einer konstanten grünen Körnerfarbe von den anderen Stämmen räumlich isoliert werden sollte. Im nächsten Jahre erschien in der Familie mit brüchigem Roggen die Brüchigkeit wieder. Im gleichen Jahre wurde diese Abnormität eingehend untersucht.

Beim mikroskopischen Studium habe ich festgestellt, daß der anatomische Unterschied zwischen normalem und brüchigem Roggen vor allem in der Dicke der Zellwände, namentlich des mechanischen Gewebes dieser besteht.

Die chemische Analyse zeigte, daß die brüchigen Pflanzen (auf Trockensubstanz bezogen) mehr anorganische und mehr die Fehlingsche Lösung reduzierende Stoffe, dagegen viel weniger Zellulose und Lignin enthalten. Jedoch ist der prozentuale Ligningehalt in der Rohfaser bei den brüchigen Pflanzen höher.

Die photosynthetische Assimilation hat beim brüchigen Roggen anfangs einen normalen Verlauf. Die Desorganisation in der Synthese beginnt erst bei der Kondensierung des Zuckers in Zellulose. Eine brüchige Pflanze ist nicht imstande, genug Zellulose zu erzeugen, um ihr mechanisches Gewebe genügend kräftig aufzubauen. Auch die Zellulosebildung verläuft viel langsamer als bei den normalen Pflanzen. Die Zellwände bleiben dünner, das Sklerenchym des Hypoderms und das Xylem der Gefäßbündel werden relativ mehr von Lignin durchdrungen. Der Halm verliert seine Elastizität, wird mürbe und bricht sehr leicht.

Die Brüchigkeit des Roggens wird nicht durch Parasiten verursacht und ist auch nicht von der Ernährung der Pflanze abhängig.

Die Brüchigkeit des Roggens ist als eine erbliche, durch einen rezessiven Faktor bedingte Eigenschaft festgestellt. Sie ist eine Erscheinung, welche denselben Charakter hat wie z. B. der Albinismus, der Halbalbinismus, die Buntblättrigkeit, die Zwergformen usw. Sie erscheint, wenn das rezessive Gen der Brüchigkeit homozygot wird.

Weil das Gen, welches die Brüchigkeit verursacht (g), vorwiegend von den heterozygotischen Pflanzen stammt (die brüchigen Pflanzen „gg" gehen meistens noch vor Blütezeit zugrunde), wird durch die Beseitigung dieser Pflanzen bei der Züchtung auch das Gen „g" ausgeschaltet.

Bei der Hochzucht des Roggens muß man noch vor Blütezeit in den Nachkommenschaften der Elitepflanzen feststellen, ob unter diesen brüchige Pflanzen vorkommen. Wird eine solche Pflanze gefunden, so ist dies ein Beweis der Heterozygotität des Elitenstammes (Gg). Solche Stämme müssen noch vor der Blüte beseitigt werden. Die übrigen Pflanzen, die keine Brüchigkeit zeigen, sind annehmbar Homozygoten (GG). Um den Einfluß des Gens „g" aus der Umgebung auszuschalten, ist der Zuchtgarten mit den ausgewählten Eliten räumlich hinreichend zu isolieren.

Am schnellsten wird die Brüchigkeit bei der Züchtung des Roggens durch Selbstbestäubung beseitigt, wodurch die rezessiven Faktoren, die in den heterozygotischen Formen verborgen sind, in homozygotischen Zustand überführt und dadurch sichtbar werden. Bei diesem Verfahren muß man noch vor der Blütezeit alle Stämme beseitigen, in welchen Brüchigkeit gefunden wurde.

Als Beispiel für die Wirksamkeit eines solchen Verfahrens kann die durchgreifende Herabsetzung der Zahl der Stämme mit Brüchigkeit im Laufe von 4 Jahren dienen.

Von 15,4 % brüchiger Stämme im Jahre 1930 ist die Brüchigkeit im Jahre 1933 auf 1,1 % (Tab. 6) gesunken. Im Jahre 1930 wurden 1,03 brüchige Pflanzen vorgefunden, im Jahre 1933 waren nur noch 0,06 % vorhanden.

Tabelle 6

| Erntejahr | Gesamtzahl der Stämme | Zahl der Stämme mit Brüchigkeit | % der Stämme mit Brüchigkeit | Gesamtzahl der Pflanzen | Davon brüchig | % brüchige Pflanzen | Anmerkung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1930 | 26 | 4 | 15.4 | 2 435 | 25 | 1,03 | Garten |
| 1931 | 162 | 8 | 4,9 | 12 215 | 14 | 0,11 | Feld |
| 1932 | 175 | 6 | 3,4 | 22 999 | 20 | 0,09 | " |
| 1933 | 176 | 2 | 1,1 | 12 721 | 7 | 0,06 | " |

Der Roggen in Slap wird individuell mit einer unvollständigen Isolation gezüchtet. Wenn man mit absoluter Selbstbestäubung arbeiten wollte, so würde die Brüchigkeit noch schneller beseitigt werden.

Die Halmbrüchigkeit wurde auch bei Gräsern, für deren Züchtung Inzucht angewendet wurde (Ing. J. Kolarsch, Landwirtschaftliche Versuchsstation in Tábor) bei Avena elatior, Avena flavescens, Lolium perenne und Festuca pratensis festgestellt. Diese Tatsache bestätigt noch einmal die Richtigkeit des Vavilovschen Gesetzes der homologischen Reihen in der erblichen Variabilität, auf Grund dessen man das Vorkommen der Halmbrüchigkeit bei Arten und Gattungen, die dem Secale nahestehen, erwarten sollte.

Das Vorkommen der Brüchigkeit kann teilweise als Indikator eines mehr oder weniger ausgeprägten homozygotischen Zustandes der Sorte dienen.

Nur in zwei Fällen werden wir Brüchigkeit nicht vorfinden:

1. wenn das Gen, welches die Brüchigkeit bedingt, durch Selbstbestäubung im Laufe der Züchtung vollkommen beseitigt wurde, oder
2. wenn die Sorte dermaßen stark heterozygotisch ist, daß alle rezessiven Gene verborgen bleiben.

## Schrifttum

1. Agejev, K. F., Inzucht u rschi. Inzucht bei Roggen. Sborník seleko. stancii s. ch. Akademii imeni Timirjazeva 10, 143—172. 1929.
2. Antropov, V. i V., Rosch SSSR i sopredelných stran. Roggen in SSSR und benachbarten Ländern.
3. Frimmel, F., u. Baranek, J., Beitrag zur Methodik der Roggenzüchtung und des Roggensaatgutbaues. Zeitschr. f. Züchtung A, Bd. XX. 1934.
4. Hornburg, Paul Dr., Untersuchungen über eine Roggenabnormität. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung Bd. 14. 1929.
5. Lada, P., Z genetiky lamliwego schyta. Genesis des brüchigen Roggens. Bulletin international de l'academie polonaise des sciences et des lettres, serie B. 1933.
6. Ossent, Roggenzüchtung. Die Naturwissenschaften 1934. 17/18.

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle/S.

# Untersuchungen über den Weizenmehltau, Erysiphe graminis tritici, im Rahmen der Resistenzzüchtung*)

Von

**Ilse Nover geb. Schlichting**



## I. Einführung

Während die physiologische Spezialisierung der Getreideroste durch zahlreiche, insbesondere deutsche und amerikanische Untersuchungen schon weitgehend bearbeitet wurde, ist die des Mehltaues der Getreidearten noch ziemlich ungeklärt.

Neger (43) hatte zwar schon 1902 eine gewisse Spezialisierung der Erysipheen beobachtet; z. B. trennte er einen Umbelliferenmehltau von dem auf Labiaten und einige mehr. Jedoch war Marchal (40, 41) der erste, der durch exakte Kreuzinfektionen verschiedene „formae speciales" innerhalb des Gräsermehltaues, Erysiphe graminis, feststellte, u. a. Erysiphe graminis f. spec. tritici. — Salmon (59) machte 1905 zahlreiche Infektionsversuche auf Gerste mit der „biologic form" E. gram. trit. D. C., die aber nur von Erfolg waren, wenn er das Gerstenblatt vorher irgendwie verletzte oder mit Hitze bzw. Narkotika behandelte. Normale gesunde Gerstenpflanzen wurden durch seinen Weizenmehltau nie befallen.

Marchal hatte bereits 1902 beschrieben, daß E. gram. f. spec. trit. wohl auf Triticum vulgare, spelta, polonicum und turgidum gedieh, nicht aber auf durum, monococcum und dicoccum auftrat (40). Reed (50) kultivierte Mehltau auf Turkey-Red- (vulgare-) Weizen. Eine Prüfung von 78 Weizensorten ergab, daß „bestimmte Varietäten einer Species gegen den der Varietät spezifischen Mehltau immun sein können". Als Beispiel führte er die Emmervarietäten von Trit. dicoccum an: „Black Winter Emmer und Red Emmer sind hochanfällig für Infektionen mit Konidien von vulgare Weizen, während der Common Emmer, Russian Emmer und White Emmer praktisch immun sind."

Alle diese Einzeluntersuchungen wurden durch Hammarlund (19) nachgeprüft, der zum erstenmal mit ganz exakten Methoden und einwandfrei isoliertem Material arbeitete. Im 4. Abschnitt seiner Arbeit beschäftigt er sich mit der Entstehung der „biologischen Arten". Er macht Kreuzinfektionen mit Perithecien wie auch Konidien; u. a. infiziert er auch wiederholt Mehltau von Gerste auf Weizen und umgekehrt. Dabei kommt er zu dem Schluß: „Es scheinen die biologischen Arten hinsichtlich der „Wirtswahl" sehr konstant zu sein, weshalb man sie nicht als Modifikationen, sondern als verschiedene Genotypen betrachten muß, über deren Entstehung wir bisher nichts wissen."

---

*) D 3

Hatte man bisher nur die „biologische Art“ Erysiphe graminis tritici unterschieden von Erysiphe graminis hordei oder Erysiphe graminis secalis, so zeigte es sich bald, daß das in diesem systematischen Begriff zusammengefaßte Pilzmaterial „hinsichtlich der Wirtswahl“ auch wieder klare konstante Befallsunterschiede aufwies.

So stellten Mains und seine Mitarbeiter (37) 1930 in den Vereinigten Staaten 5 „physiologic forms“ des Gerstenmehltaues fest, die sich auf 4 Sorten deutlich voneinander unterschieden. Mains (38) gelang es dann auch in weiteren Arbeiten innerhalb des Weizenmehltaues 2 „physiologic forms“ durch ihren Befall auf den Sorten Axminster (C. I. 1839) und Norka (C. I. 4377) zu trennen, die gegen die „form 1“ hochresistent, für die „form 2“ aber hochanfällig waren.

In Deutschland beschäftigte sich mit der Frage der physiologischen Differenzierung des Gerstenmehltaues zuerst Honecker an der Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan. 1934 konnte er die „Rassen A und B“ von Erysiphe graminis hordei feststellen (27), drei Jahre später berichtete er schon über 9 Gerstenmehltaurassen (28).

Die Frage, inwieweit wir es in Deutschland mit verschiedenen physiologischen Rassen des Weizenmehltaues zu tun haben, lag nun sehr nahe. Nicht nur aus rein botanischem Interesse, sondern auch für die praktische Resistenzzüchtung war ihre Klärung von großer Bedeutung. Sie wurde etwa zu gleicher Zeit an verschiedenen wissenschaftlichen Instituten aufgegriffen.

Das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle-Wittenberg nahm im Spätsommer 1936 nach langjährigen Feldbeobachtungen die Bearbeitung des Weizenmehltaues im allgemeinen und seiner physiologischen Differenzierung im besonderen in Angriff. Die zweieinhalbjährigen Untersuchungen, über deren Anfangsergebnisse in einer vorläufigen Mitteilung (61) ganz kurz berichtet wurde, sollen in der vorliegenden Arbeit dargestellt und ausgewertet werden. Sie erstreckten sich auf folgende Aufgaben:

A. Die für den Pilz optimalen Gewächshausbedingungen zu beobachten und mit ihrer Kenntnis eine sichere Methodik zur künstlichen Infektion auszuarbeiten.

B. Das Verhalten einer möglichst großen Zahl verschiedener Weizensorten gegen bekanntes Pilzmaterial zu untersuchen.

C. Auffallend reagierende Sorten herauszustellen, auf denen eine physiologische Spezialisierung des Weizenmehltaues in Erscheinung treten könnte.

D. Pilzherkünfte in größerem Umfange zu sammeln und mit Hilfe dieser vorläufigen Bestimmungssorten auf ihre physiologische Differenzierung zu prüfen.

E. Bonitierungsunterschiede zwischen Keimpflanzenprüfung im Gewächshaus und Feldbefall zu untersuchen.

F. Die gewonnenen Erfahrungen im Kreuzungsexperiment auszuwerten und durch Prüfung des Erbganges der Resistenz weitere Grundlagen zur Züchtung mehltaufester Weizensorten zu geben.

## II. Untersuchungen

### A. Infektionsmethodik

Zunächst galt es, eine einwandfreie Infektionsmethodik zu schaffen; denn hier lagen die gefährlichsten Fehlerquellen. Die Empfindlichkeit des Mehltaues gegen äußere Einflüsse ist zwar viel geringer als etwa die des

Gelbrostes (19, 29, 36). So bestimmte Corneli (6) die Temperaturgrenzen für die Keimung von Erysiphesporen mit Min. + 5°, Max. + 27° C. Man kann sie nach eigener Erfahrung für Erysiphe graminis tritici noch weiter stecken. Jedoch ist die Gefahr der Vermischung getrennter Rassen und der spontanen Infektion größer als bei den Rosten, bedingt durch das geringere Gewicht der Sporen; hierauf wiesen u. a. Honecker (27, 28, 29), Roemer, Fuchs, Isenbeck (54, S. 218–219), Schlichting (61) und v. Rosenstiel (55) hin.

Zur Haltung und Vermehrung des Pilzes im Konidienstadium wurden „Carsten V" und „Kraffts Dickkopf", beides hochanfällige Winterweizen, verwendet. 10—12 Körner wurden in kleine (7 cm) Tontöpfe in eine Mischung von 2 Teilen Komposterde mit 1 Teil Sand ausgesät. Die Anzucht erfolgte möglichst kühl (um 15° C), um gleichmäßig kräftige Pflanzen zu erhalten. Sobald die Spitzen der Koleoptilen erschienen, wurden die Töpfe isoliert, um spontane Infektion zu vermeiden. Im Winter konnten sie in einem nur der Anzucht dienenden mehltau- und rostfreien Gewächshaus offen stehen; im Sommer bereitete es größere Schwierigkeiten, da jeder Luftzug sie zugleich der Gefahr der Fremdinfektion aussetzte. Die Töpfe wurden daher in feuchtem Torf stehend unter Glasglocken getrennt gehalten, die zwecks Luftzirkulation auf etwa 1 cm hohen Holzstäben ruhten.

Die Infektion geschah in einem vor dem Gewächshaus abgesonderten Raum. Das Sporenmaterial wird in innen schwarz glasierte Porzellanschälchen vorsichtig hineingestrichen und einige Tropfen destilliertes Wasser hinzugefügt. Die schwarze Glasur macht die hellen Sporen gut sichtbar und ermöglicht das Erkennen gleichmäßiger Aufschwemmungen. Die 9—10 Tage alten Pflanzen (kurz vor Erscheinen des zweiten Blattes) sind inzwischen vorbereitet. Das erste Blatt wird zwischen zwei feuchten Fingern zur Entfernung der Wachsschichten abgerieben. Mit einem Haarpinsel wird die Sporenaufschwemmung aufgetragen, in schnellem Strich von der Blattspitze zur Basis und wieder aufwärts. Zu beachten ist, daß die Sporen nach kurzer Zeit (etwa 15 Min.) in dem Wasser zu keimen beginnen und in diesem Zustand bei der Übertragung aufs Blatt absterben würden, wenn die Infektion nicht schnellstens beendet ist bzw. die Sporenaufschwemmung in diesen Zeitabständen erneuert wird. Bei einiger Übung bringt man es auf 200 Pflanzen in 15 Minuten. Nun werden die Spitzen der Blätter bis auf ein etwa 3 cm langes infiziertes Stück abgeschnitten.

Diese Pinselinfektionsmethode wurde angewandt bei Prüfung unbekannter Sorten oder Analysierung von Pilzherkünften. Ihr Vorteil ist: 1. sauberes Arbeiten. Beim Abstreichen der Sporen in die Porzellanschale fliegen nur wenig auf, die durch kräftiges Überbrausen der Umgebung leicht unschädlich gemacht werden können. Schale und Pinsel werden nach Gebrauch in Seifenwasser abgewaschen und vor Gebrauch noch einmal mit Äther ausgeschwenkt und mit destilliertem Wasser nachgespült. Auch für eingesandtes und gesammeltes Material, was bei längerem Transport oft gelitten hatte, hat sich diese Methode bewährt mit der Abwandlung, daß der Pilz mit einem Skalpell vom Blatt gekratzt und nötigenfalls direkt auf die vorbereitete Keimlingspflanze gestrichen wurde. 2. Beschränkung der Infektion auf einen genau bekannten Blattabschnitt. Ihr Nachteil ist: eine Herabminderung der Sporenkeimfähigkeit um etwa 50% durch Aufschwemmung im Wasser (18).

Bei Arbeiten mit einer Rasse auf größeren Pflanzenserien kommt man mit der Schüttelmethode den natürlichen Verhältnissen bedeutend näher. Die zu infizierenden Pflanzen werden zunächst mit Wasser überbraust, sodann wird mit einigen gut befallenen Vermehrungstöpfen unter sanftem Schütteln darüber hinweggestrichen.

Vorteile letzterer Methode sind: 1. bessere Ausnutzung der Sporen, 2. Arbeitsersparnis. — Ihr Nachteil: Gefährdung der ganzen Umgebung durch aufgewirbelte Sporenwolken, daher nur bei Infektion mit einer Rasse in gesondertem Raum anzuwenden.

### 1. Gewinnung von Einsporlinien

Zur Untersuchung der physiologischen Spezialisierung des Weizenmehltaues wurden anfangs aus den Pilzherkünften Einsporlinien gewonnen. Dazu wurden die Sporen mit der sogenannten „dry needle method“ von Hanna (20, 21) isoliert. Frische Sporen werden auf einen trockenen Objektträger dünn verteilt. Mit Hilfe einer spitzen Glasnadel wird davon eine unter dem Mikroskop herausgenommen und in einen Tropfen destillierten Wassers abgestreift, der sich nicht — wie bei Hanna — schon auf dem Blatt befindet, sondern an der Ecke eines Deckglases hängt. Man kann nun den Tropfen noch einmal mikroskopisch kontrollieren und sich davon überzeugen, daß nur eine Spore darin ist und diese ungekeimt und unversehrt aussieht. Der Wassertropfen wird darauf vorsichtig auf eine zur Infektion wie oben beschrieben vorbereitete Pflanze gestrichen. Es wurde mit diesem Verfahren ein Erfolg von 11—12 % erzielt, der als gut angesprochen werden kann, wenn man die außerordentliche Zartheit der Konidie, die von keiner widerstandsfähigen Sporenhülle umgeben ist, in Betracht zieht.

Nach erfolgter Infektion stehen die Pflanzen stets 24 Stunden bei 15—22 ° in festverschlossenen, großen Holzkästen (56), in denen eine praktisch 100 prozent. Luftfeuchtigkeit erzielt wird, womit günstige Keimungsbedingungen für die Sporen gewährleistet sind. Nach Corneli (6) liegt die Optimaltemperatur für Keimung und Entwicklung des Mehltaues bei 18—20 ° C. — Die Pflanzen halten sich weitere 9 Tage von feuchtem Torf umgeben im Gewächshaus auf, das vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt ist, und in dem die Temperaturen zwischen 15 und 25 ° gehalten werden. Auf die Verschiebung des Befallsbildes zugunsten der Resistenz durch direkte Sonneneinstrahlung weisen schon Trelease und Trelease (65) sowie auch Honecker (28) hin.

Bereits nach 3—4 Tagen ist auf der Blattepidermis von anfälligen Sorten ein feines weißgraues Geflecht sichtbar; es hat sich das Pilzmycel gebildet; Konidiophoren mit Konidien erscheinen dagegen bei einer Durchschnittstemperatur von 20 ° erst nach etwa 5—8 Tagen (7). Das inzwischen herausgeschobene 2. Blatt wird abgeschnitten, dadurch wird etwaigen Fremdinfektionen der Nährboden genommen und die Übersicht bei der späteren Bonitierung erleichtert.

### 2. Beurteilung der Infektionsergebnisse

Zur Bonitierung des Befalls, die normalerweise 10 Tage nach der Infektion stattfand, wurde die Skala mit den 5 auch von Mains (38) beim Weizenmehltau unterschiedenen Stufen von 0 = hochresistent bis 4 = hochanfällig angewandt, hinzugenommen wurde der Typ i = frei von Befall (54, S. 57 ff.). Es wurde also folgendes Schema zugrunde gelegt:

- i = frei von Befall: Blatt völlig gesund, kein Infektionserfolg sichtbar.
- 0 = hochresistent: keine Pustelbildung, jedoch chlorotische oder nekrotische Flecken oder Striche auf dem Blatt.
- 1 = resistent: vereinzelte schwache Pustelbildung verbunden mit chlorotischen oder nekrotischen Verfärbungen des Blattes.
- 2 = mäßig resistent: Übergang von 1 zu 3.

3 = mäßig anfällig: stärkere Fruktifikation des Pilzes verbunden mit schwachen chlorotischen bzw. nekrotischen Erscheinungen.
4 = hochanfällig: zahlreiche üppige Konidienlager auf zunächst völlig grünem unverfärbtem Blatt.

Dieses Schema entspricht bis auf kleine Abänderungen dem von Mains (38), das von Honecker (28) für das Erscheinungsbild des Gerstenmehltaues (Erysiphe graminis hordei) angepaßt und näher erläutert wurde.

Übergänge zwischen den einzelnen Bonitierungsstufen wurden ausgedrückt durch 0—1, 1—2, 2—3 usw.; während 0/1. derartig geschrieben, bedeutet: die infizierte Probe verhält sich nicht einheitlich, einige Pflanzen zeigen Typ 0, andere den Typ 1. Tritt bei einer solchen Spaltung der abweichende Typ nur sehr vereinzelt auf, so wird dieser eingeklammert, z. B. 0/(1). Der Befallstyp wurde außerdem noch näher gekennzeichnet durch C = stark chlorotisch, c = schwach chlorotisch, N = stark nekrotisch, n = schwach nekrotisch. Beide Erscheinungen treten auch zusammen auf, so daß etwa 1Cn bedeuten würde: Sorte zeigt Befallstyp 1 = resistent, Blatt ist stark chlorotisch verfärbt mit einigen kleinen nekrotischen Flecken (siehe Tab. 1—4, 6—8), (vgl. 28).

Die meisten Weizensorten zeigen jedoch nicht derartig ausgeprägte Reaktionen wie die Gersten, wodurch bei der Bonitierung des Weizenmehltaues gewisse Schwierigkeiten entstehen. Reed (50) drückte die Befallsergebnisse einfach in Prozent aus, was aber in seinen Arbeiten ein ungenaues Bild erzeugt, wenn er z. B. bei der Prüfung von Einkorn 14 Pflanzen infizierte, davon 10 mit Erfolg und dann von einer 71prozent. Infektion sprach. Diese 4 nicht befallenen Pflanzen besagen nur, daß entweder sein Saatgut nicht rein oder seine Infektionsmethode nicht sicher war. Vik (69), der bei seinen Mehltauarbeiten an Sommerweizen rein praktische Ziele verfolgte, bonitierte allein die Befallsstärke nach einer Skala von 0—10, wobei 0 = kein Befall bedeutet, 10 = Blätter und Blattscheiden beinahe bedeckt mit Mehltau.

Die Feldbonitierungen in den Hallenser Zuchtbüchern beurteilen auch nur die Befallsstärke nach der allgemein üblichen Skala von 0—5 (als Ausdruck für verheerenden Befall, wie ihn Vik mit der Ziffer 10 zum Ausdruck bringt).

Daß man auch bei genauen Gewächshausuntersuchungen sich nicht in jedem Fall nur an den Befallstyp, wie er durch das Schema charakterisiert wird, halten kann, darauf wies ich schon in einer vorläufigen Mitteilung (61) hin. Es konnte dort aber nicht näher darauf eingegangen werden.

Zu der gleichen Feststellung kommt v. Rosenstiel (55). Er schreibt: „Schon bei der Untersuchung des Materials der Deutschen Hindukusch-Expedition trat eine Schwierigkeit auf: Pflanzen einer Anzahl von Herkünften zeigten Pusteln vom Befallstyp 4, jedoch immer nur ganz vereinzelt, ohne daß es dabei zu der Bildung dichter Mycel-Rasen gekommen wäre, wie z. B. auf Carsten V. Es hat sich im weiteren Verlauf der Arbeiten als zweckmäßig erwiesen, diese Form des Befalls als gesonderten Typ zu bezeichnen. Wir schreiben in diesen Fällen 4/0 und bei besonders schwacher Ausprägung 4/00."

Bei unseren Prüfungen konnten wir alle Übergänge beobachten von Sorten mit stärksten Verfärbungen, die innerhalb der zehn Tage zwischen Infektion und Bonitierung zum Absterben großer Teile oder sogar des ganzen Blattes führten, bis zu anderen Sorten, die auf keine Rasse bisher mit irgendwelchen chlorotisch-nekrotischen Verfärbungen reagierten, aber ganz deutliche Unterschiede in der Befallsstärke aufwiesen.

Solche Weizen wurden viele Male nachgeprüft, um etwaige Schwankungen unter Einfluß von äußeren Faktoren festzustellen. Sie erwiesen sich jedoch so konstant, daß einige in das Sortiment zur Rassendifferenzierung aufgenommen wurden. Es ergab sich für derartige Sorten eine Bonitierungsskala, die neben dem „Typ i" und dem „Typ 4" die Stufen 1, 2, 3 enthält, die sich durch die Menge der Pusteln unterscheiden.

## B. Sortenprüfungen

Bevor die Frage der physiologischen Differenzierung des Pilzes näher in Angriff genommen werden konnte, mußten Sorten bekannt sein, auf denen Befallsunterschiede der Wahrscheinlichkeit nach zu erkennen sein würden, die sich also für die Aufstellung eines Bestimmungssortimentes eignen. Sieben im Sommer 1936 gesammelte Pilzherkünfte zeigten schon deutliche Unterschiede auf einigen amerikanischen Weizen, die von Mains (38) als gegen seine beiden „physiologischen Formen" ausgesprochen resistent befunden waren. Dem konnte aber aus Mangel an weiteren Testsorten nicht genügend nachgegangen werden. Doch gelang es, aus 16 Einsporlinien zwei Rassen zu isolieren, die zunächst Rasse A und B genannt wurden.

Mit diesen wurden sämtliche auf dem Versuchsfeld des Instituts für Pflanzenbau Halle angebauten Weizen durchgeprüft:

rd. 230 Nummern des Winterweizensortiments (Liste 1[1]),
80 Nummern des sogenannten Deutschen Sortiments (Liste 2[1]),
rd. 260 Nummern des Sommerweizensortiments (Liste 3[1]),
rd. 35 ausländische Weizen (Liste 4[1]), ferner
rd. 80 Proben von Winterweizen und
150 Proben von Sommerweizen der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935.

Es wurden durchschnittlich 8—10 Pflanzen je Nummer infiziert. Die Infektion der Sortimente wurde hauptsächlich in den Monaten Mai bis Juni 1937 vorgenommen; einige später den Sortimenten angegliederte Weizensorten wurden im Oktober bis Dezember des gleichen Jahres nachgeprüft. Wir arbeiteten mit beiden Rassen gleichzeitig in zwei getrennten Gewächshäusern. Dabei wurde auf Einhaltung gleicher — in der Methodik näher geschilderter Infektionsbedingungen, insbesondere der Temperatur — geachtet. — Die Listen und Tabellen geben Sortimentsnummer, Namen, Anzahl der geprüften Pflanzen und Befallsbonitur in dieser Reihenfolge an.

### 1. Material der Pflanzenzuchtstation Halle

Bei den Winterweizen der Sortimente der Pflanzenzuchtstation herrschte durchweg hohe Anfälligkeit vor. Von den gesamten 310 Nummern des Sortiments (Liste 1) und des sogenannten Deutschen Sortiments (Liste 2) verhielten sich nur 2 Nummern auffallend. Die Nr. 184 Oro × Fulhard aus Minnesota USA. erwies sich in bezug auf Mehltauverhalten als unrein. Von sieben mit Rasse A geprüften Pflanzen waren 6 resistent (Typ 1) und eine mäßig anfällig (Typ 3). Von 14 mit Rasse B geprüften Pflanzen waren 6 resistent (Typ 1), 5 mäßig resistent (Typ 2c), 1 mäßig anfällig (Typ 3), 2 hochanfällig (Typ 4). Nur die Nr. 327 Vilmorin-Stamm 707/37 zeichnete sich durch große Widerstandsfähigkeit aus. Die 7 mit Rasse A geprüften Pflanzen waren hochresistent (Typ 0c), desgleichen die 8 mit Rasse B geprüften Pflanzen.

Die Ergebnisse des Sommerweizensortiments (Liste 3) waren nicht ganz so negativ in bezug auf Resistenz wie die der Winterweizen. Unter rd. 260 Nummern erwiesen sich 22 von Typ 2 und noch schwächer befallen. Einige reagierten auf die beiden Pilzrassen unterschiedlich. Tabelle 1 gibt eine Zusammenstellung der resistenten Sommerweizensorten.

Die Prüfung des sogenannten Anatolischen Sortiments und einiger anderer ausländischer Saatproben (Liste 4) ergab, daß von etwa 35 Nummern

---

[1]) Die Listen können aus Raummangel nicht veröffentlicht werden, sind aber im Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle (Saale) einzusehen.

6 sich gegen die eine oder andere Rasse resistent zeigten. Es waren folgende (alles Sommerformen):

A. S. 50 durum Rasse A 6 Pfl. 2 C; Rasse B 9 Pfl. 4
A. S. 77 vulgare „ „ 7 „ 4 ; „ „ 9 „ 0—1 N
A. S. 85 durum „ „ 6 „ 2 N; „ „ 8 „ 4
A. S. 739 vulgare „ „ 8 „ 4 ; „ „ 9 „ 0—1 C
A. S. 842 durum „ „ 6 „ 2 N; „ „ 11 „ 4
Fram vulgare „ „ 24 „ 2 ; „ „ 11 „ 4

Aus den bisher angeführten Ergebnissen geht hervor, daß in dem geprüften Winterweizenmaterial nur sehr wenig Resistenz gegen Mehltau vorhanden ist. Die in Deutschland gebauten Handelssorten sind praktisch alle hochanfällig.

Schon Reed (50) stellte fest, daß die von ihm untersuchten Sorten mit bemerkenswerter Resistenz durchweg Sommerweizen waren. Während die Sommerform einer Varietät hochresistent oder immun sein konnte, war die entsprechende Winterform hochanfällig. Dies fand er bei einer Varietät ferrugineum wie auch bei pyrothrix, alborubrum und aristatum.

Tabelle 1
Mehltauresistente Sommerweizen des Hallischen Sortiments geprüft mit Rasse A und Rasse B 1937

| Sortiments-Nr. 1936 | Name | Rasse A | | Rasse B | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Zahl der geprüften Pflanzen | Bonitur | Zahl der geprüften Pflanzen | Bonitur |
| 294 | Einkorn C. I. 2433 monoc. | 13 | 1 | 9 | 1—2 |
| 295 | Vernal C. I. 3886 dicoc. | 6<br>2 | 3<br>0—1 C | 6<br>2 | 4<br>0—1 n |
| 296 | Preston C. I. 3081 vulg. | 6<br>2 | 4<br>0 | 5<br>1 | 4<br>0 |
| 298 | Hope aus dicoc. × vulg. | 1<br>9 | 2—3<br>0 C | 7 | 1—2 |
| 312 | Blé aurore vulg. | 10 | 2 | 5 | 4 |
| 326 | Trit. monoc. hornemanni | 3 | i | 14 | i |
| 327 | Trit. monoc. | 13 | 2—3 | 12 | 2 c |
| 328 | 9 H. 39 vulg. | 7 | 4 | 9 | 0—1 n |
| 333 | Normandie vulg. | 8 | 1 | 7 | 0 c |
| 334 | Saumur vulg. | 8 | 3 | 6 | 0—1 n |
| 336 | Blausamtg. Kolben vulg. | 9 | 4 | 6 | 0 n |
| 352 | Schwarzer Persisch. persic. | 10 | 0 c | 6 | i |
| 356 | Griech Weizen 3 durum | 7 | 0 c | 4 | 0 |
| 357 | Trit. Timopheevi | 5 | 0 c | 3<br>6 | 2 C<br>1 |
| 361 | Griech. Weizen 8 vulg. | 1<br>4 | 4<br>0 c | 2<br>3 | 4<br>0—1 c |
| 363 | Griech. Weizen 10 durum | 1<br>6 | 4<br>0—1 n | 3<br>3 | 2—3 c<br>0 c |
| Sortiments-Nr. 1937 | | | | | |
| 403 | D. C. 2303 vulg. | 6 | 1—2 n | 8 | 4 |
| 408 | Hope × 1656—48 C. I. 11641 vulg. | 6 | 2 N | 8 | 1—2 |
| 410 | Renown C. I. 11709 vulg. | 2<br>4 | 3—4<br>0—1 N | 1<br>8 | 3<br>0—1 |
| 411 | H 44 × D.C.II-21-7 C I. 11798 vulg | 5 | 1—2 | 9 | 0—2 |
| 415 | H 44 × Thatcher C I. 11791 vulg. | 7 | 3 | 8 | 2 |
| 423 | H 54 × Thatcher II-29-62 vulg. | 4 | 2 | 5 | 2—3 |

Erklärung der Bonitierung siehe S. 75.

Ein Überblick über die gesamten etwa 600 geprüften Nummern zeigt, daß sowohl unter der großen Zahl der anfälligen, wie bei der geringen Zahl der widerstandsfähigen Sorten alle drei Triticum-Reihen vertreten sind. Diese Tatsache scheint mit der bisher von Vavilov (67) beobachteten art- bzw. gattungsgebundenen Immunität in Widerspruch zu stehen. Jedoch Beispiele, wie die des Schwarzen Persischen und des Trit. Timopheevi, die auch in späteren Prüfungen hohe Resistenz bzw. Immunität gegen sämtliche Herkünfte zeigten, bestätigen das Wesentliche dieses Grundsatzes, den er in seinem neuen großen Werk (68) im Abschnitt über „Das Wesen der natürlichen Immunität" folgendermaßen formuliert: „Eine scharfe Grenze zwischen den Sorten, Arten und Gattungen in bezug auf Immunität besteht nicht. Trotzdem kann man als Regel beobachten, daß gegen Krankheiten außerordentlich widerstandsfähige Sorten besonderen Arten und Gattungen angehören."

### 2. Material der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935

Das völlige Fehlen mehltauresistenter Winterweizen — die beiden ausländischen Neuzüchtungen kamen erst 1937 an die Pflanzenzuchtstation Halle — ließ uns mit einigen Erwartungen an die Prüfung der Weizenproben der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935 herangehen.

Nachdem das Material im Sommer 1936 im Zuchtgarten gestanden hatte und nach der Feldbeobachtung die Sommer- und Wintertypen, darüber hinaus bei auffallenden morphologischen Unterschieden innerhalb der Parzelle auch diese voneinander getrennt waren (35), wurden einzelne Nummern 1937 im Gewächshaus mit der Rasse A geprüft. Dazu wurden solche ausgewählt, die 1936 auf dem Versuchsfeld Halle oder Müncheberg resistent erschienen waren.

Etwa 150 Proben von Sommerweizen wurden infiziert. Wie zu erwarten war, zeigten die meisten in ihrem Verhalten gegen den Pilz eine mehr oder minder starke Aufspaltung. Die Sammelnummern, in denen sich

Tabelle 2
Mehltauresistente Sommerweizen der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935, geprüft mit Rasse A 1937

| Anbau-Nr. 1937 | DHE. Nr. | Zahl der gepr. Pflanzen | Davon resistent | Typ |
|---|---|---|---|---|
| 182 | 3506 a | 18 | 8 (3<br>5) | 0—1<br>2 |
| 183 | 3514 | 12 | 2 | 0—1 |
| 381 | 3506 a | 15 | 1 | 0 |
| 396 | 3634 | 13 | 13 | 1—2 |
| 498 | 3431 | 12 | 1 | 0 |
| 514 | 3514 | 17 | 6 | 0 |
| 663 | 2039 | 20 | 20 | 2 |
| 671 | 2051 | 16 | 12 | 2 |
| 680 | 2064 | 17 | 9 (1<br>8) | 0<br>2 |
| 695 | 2086 | 17 | 8 | 1 N |
| 744 | 1053 | 8 | 8 | 0—2 |
| 755 | 1144 | 7 | 7 | 1 c |
| 770 | 1249 | 6 | 1 | 0 N |
| 879 | 3518 | 7 | 7 | 0—1 |
| 881 | 3521 | 7 | 7 | 0-1 |
| 1000 | 3514 | 7 | 1 | 0 n |
| 1228 | 1099 | 6 | 3 | 0 |
| 1319 | 517 | 7 | 2 | 0 |
| 1389 | 2051 | 8 | 6 | 0 |

Erklärung der Bonitierung siehe S. 75.

widerstandsfähige Pflanzen fanden (Bonitur Typ 2 oder besser), sind in Tabelle 2 aufgeführt. Schon bei dieser ersten Vorprüfung mit verhältnismäßig geringem Ausgangsmaterial konnten 122 Einzelpflanzen ausgelesen werden. Die Untersuchung der DHE.-Sommerweizen wurde aber nicht weiter von uns fortgesetzt, da wir in einheimischen Hochzuchten bereits Widerstandsfähigkeit gegen Mehltau festgestellt hatten.

Desto intensiver wurde das Winterweizenmaterial der DHE. untersucht. Zunächt wurden nach den gleichen Gesichtspunkten wie bei den Sommerweizen 80 Proben in eine Vorprüfung genommen. Gefunden wurden 45 Einzelpflanzen, die gegen Rasse A mit 2 oder besser bonitiert waren (Tab. 3).

Tabelle 3

Mehltauresistente Winterweizen der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935, geprüft mit Rasse A 1937

| Anbau-Nr. 1937 | DHE. Nr. | Zahl der gepr. Pflanzen | Davon resistent | Typ |
|---|---|---|---|---|
| 137 | 46 | 10 | 1 | 0—1 N |
| 174 | 53 | 7 | 1 | 1—2 |
| 184 | 1125 | 7 | 7 | 1—2 C |
| 232 | 1092 | 9 | 9 | 1—2 |
| 282 | 1117 | 18 | 7 | 2 |
| 271 | | 8 | 1 | 0—1 |
| 273 | 68 | 10 | 1 | 1 |
| 351 | 68 | 5 | 2 | 0 n |
| 359 | 1074 | 7 | 7 | 1 |
| 365 | 1084 | 8 | 8 $^{1}_{7}$ | 0—1<br>2 |
| 431 | 53 | 9 | 1 | 0 |

Erklärung der Bonitierung siehe S. 75.

Dieses gute Ergebnis veranlaßte uns zu einer eingehenderen Prüfung im Frühjahr 1938. Die Weizenproben waren inzwischen von Lange de la Camp (35) nach morphologischen Gesichtspunkten in Typengruppen eingeteilt worden. Aus 39 Gruppen wurden je Gruppe rund 200 Körner Ende Januar jarowisiert. Sie wurden in Petrischalen ausgelegt, wo sie zwischen feuchtem Fließpapier 24 Stunden bei Zimmertemperatur ankeimten. Anschließend standen sie etwa 6 Wochen im Kühlschrank bei + 2° C (60). Nach der Behandlung mit tiefen Temperaturen wurden die Keimlinge gepflanzt und Mitte März mit den Rassen A und B infiziert, die Hälfte jeder Probe mit je einer Rasse.

In 10 Gruppen wurden widerstandsfähige Einzelpflanzen festgestellt, die übrigen 29 waren gleichmäßig hochanfällig. Die Gesamtzahl der resistenten Pflanzen betrug in dieser Prüfung 328. Sie wurden ausgepflanzt, Ende des Sommers 1938 als Einzelpflanzen geerntet und von jeder 3 Körner im Herbst 1938 einer erneuten Gewächshausprüfung mit der derzeitig aggressivst erscheinenden Rasse unterworfen. Diese Prüfung bestanden 139 Pflanzen mit 2 und besser, ein Teil davon sogar mit „i". Das restliche Saatgut wurde weiter angebaut, wobei sich resistente DHE.-Einzelpflanzennachkommenschaften mit anfälligen deutschen Winterweizen abwechselten, so daß für eine natürliche Infektionsmöglichkeit innerhalb der Parzellen gesorgt war und weitere Feldauslese auf andere Rassen betrieben werden konnte. Damit sind wir auf dem Weg der Schaffung mehltaufreier Winterweizen wenigstens durch Heranzucht geeigneter Kreuzungseltern einen Schritt vorwärts gekommen.

Tabelle 4. Vorläufiges Bestimmungssortiment zur Prüfung von Herkünften des Weizenmehltaus

| Sorte | Art | Nr. im Test-sortiment | Bonitierung von Mains | | Eigene Bonitierung | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Form I | Form 2 | Rasse A | Rasse B |
| **1. Gruppe: Amerikanische Weizen (Washington D. C.) geprüft von Mains** | | | | | | |
| Axminster C. I. 1839 | vulg. | t 14 | 0 | 4 | 3—4 | 3 |
| Dixon C. I. 6295 | vulg. | t 15 | 0 | 0/1 | 0 (—1) N | 4 |
| Huron C. I. 3315 | vulg. | t 16 | 0/1 | 0 | 0 N | 4 |
| Illinois Nr. 1 Sel. 47 | vulg. | t 18 | 0/1 | 0 | 0 c | 0 |
| Norka C. I. 4377 | vulg. | t 20 | 0 | 4 | 1 | 0—1 |
| Sonora C. I. 4293 | vulg. | t 21 | 0—2 | 0 | 1—2 | 2 |
| Khapli Emmer C. I. 4013 | dicoc. | t 22 | 0 | 0 | 0 | 0 (i) |
| White Spring S. D. 293 | spelta | t 23 | 0 | 0 | 0 n | 0—1 c |
| Red Fern Ott | vulg. | t 24 | 0 | 0 | 0 (—1) N | 4 |
| Vernal Emmer C. I. 1524 | dicoc. | t 48 | 0 (/1) | 0 | — | — |
| Chul C. I. 2227 | vulg. | t 49 | 0 | 0 | — | — |

| Sorte | Art | Anbau-Nr. 1936 | Nr. im Test-sortiment | 6jährige Feldbonitierung | | Gewächshausbonitierung | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | niedrigster Befall | höchster Befall | Rasse A | Rasse B |
| **2. Gruppe: Weizen aus Sortimenten der Pflanzenzuchtstation Halle a. d. S.** | | | | | | | |
| Heines Kolben | vulg. | SW.211 | t 1 | 0—1 | 1—2 | 4 | 4 |
| Stamm $4453_{31}$ | vulg. | Schp. 19 | t 2 | 0—1 | 0—1 | 4 | 4 |
| Stamm $4172_{30}$ | vulg. | Schp. 16 | t 3 | 0—1 | 2 | 4 | 4 |
| Einkorn C. I. 2433 | monoc. | SW. 294 | t 4 | 0 | 1 | 1 | 1—2 |
| Vernal C. I. 3886 | dicoc. | SW. 295 | t 5 | 0 | 1 | spaltend 0—1/3 | spaltend 0—1n/4 |
| Normandie | vulg. | SW. 333 | t 7 | 0 | 2 | 1 | 0 c |
| Griech. W. 3 | dur. | SW. 356 | t 8 | 0 | 0—1 | 0 | spaltend 2 c/0 |
| Timopheevi | timoph. | SW. 357 | t 39 | 0 | 0—1 | 0 c | 1 |
| Schw. Persisch. | pers. | SW. 352 | t 13 | 0 | 1—2 | 0 | i |
| Stadlers weißspelziger | vulg. | SW. 204 | t 32 | 0—1 | 2 | 2—3 | 4 |
| Ruskea (Hankkya) | vulg. | SW. 227 | t 33 | 0 | 2 | 3 | 4 |
| Pusa Nr. 12 | vulg. | SW. 233 | t 34 | 1 | 4 | 3 c | 4 |
| Braunspelz. Arnautka | spelta | SW. 256 | t 35 | 0 | 2 | 4 | 4 |
| Span. Weizen 86 | dur. | SW. 273 | t 36 | 0—1 | 3 | 0—2 C | 4 |
| Span. Weizen 172 | dur. | SW. 276 | t 37 | 0—1 | 3 | 2 C | 3 c |
| Hope | aus dic. × vulg. | SW. 298 | t 38 | 0 | 2 | 1—2 C | 1—2 |
| Punjab Wheat Type 4 | vulg. | SW. 433 | t 41 | — | 2—3 | 3 | 3—4 |
| 9 H. 39 (Hall. Sortiment) | vulg. | SW. 328 | t 44 | 0—1 | 1—2 | 4 | 0—1 |
| Blausamtiger Kolben | vulg. | SW. 336 | t 46 | 0 | 2—3 | 4 | 0 n |
| Saumur | vulg. | SW. 334 | t 45 | 0 | 2—3 | 3 | 0—1 |
| Trit. monoc. hornemanni | monoc. | SW. 326 | t 47 | 0 | 1 | i | 0 |
| Blé aurore | vulg. | SW. 312 | t 50 | 0 | 2 | 2 | 4 |
| Providence | vulg. | WW. 78 | t 12 | 0—1 | 2 | 4 | 4 |
| Chinese 166 (Vilmorin) | vulg | WW. 125 | t 42 | 0 | 2—3 | 4 | 4 |
| Chinese 166 (Gassner) | vulg. | WW. 126 | t 43 | 0—1 | 2—3 | 4 | 4 |
| Südruss. Landweizen | vulg. | DS. 10 | t 30 | — | — | 3 | spaltend 0/4 |
| Müllers Braunweizen | vulg. | DS. 60 | t 31 | — | — | 3—4 | 4 |
| A. S. 50 | dur. | AS. 6 | t 26 | 3 | 3 | 2 C | 4 |
| A. S. 85 | dur. | AS. 9 | t 27 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| A. S. 842 | dur. | AS. 53 | t 28 | 0—1 | 2—3 | 2 | 4 |
| A. S. 1210 | vulg. | AS. 72 | t 29 | 2 | 4 | 4 | 4 |
| **3. Gruppe: Norwegische Kreuzung J 03 × Mo 07 von Vik** | | | | | | | |
| Fram 1 | vulg. | — | t 25 | in Norweg. resist. | | 2 | 4 |

SW. = Sommerweizen, WW. = Winterweizen, DS. = Deutsches Sortiment, A. S. = Anatolisches Sortiment, Schp. = Schauparzelle.

Erklärung der Bonitierung siehe S. 75.

Nach den gleichen Grundsätzen und mit gleichem Ziel wurde ein neuer Serienversuch im Herbst 1938 angesetzt, dem nunmehr die endgültige Einteilung der DHE.-Winterweizen zugrunde lag. 17 Nummern mit dreijähriger guter Mehltaufeldbonitierung wurden untersucht, je Nummer 50 Körner ausgelegt. Dabei blieben 157 Pflanzen resistent, sie wurden in Frühbeete ausgepflanzt. Von dieser letzten Serie ist leider vieles durch den Frost 1938/39 und 1939/40 vernichtet worden.

Der Vorversuch und die beiden Serienprüfungen zeigen, daß uns die Proben der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935 neben vielem anderen (11) auch hinreichend Material zur Züchtung mehltaufreier Winterweizen geliefert haben. Sie gehören vorwiegend der vulgare-Reihe an, bieten also in dieser Hinsicht einer zielbewußten Kombinationszüchtung keine Schwierigkeit.

### C. Bestimmungs- oder Testsortiment

Die Prüfung einer großen Zahl von Weizen, dazu die Mehltaufeldbeobachtungen einer Reihe von Jahren gaben die Grundlagen zur Aufstellung eines vorläufigen Testsortiments, das zur Unterscheidung von physiologischen Rassen des Pilzes dienen sollte. Seine insgesamt 43 Sorten sind in Tabelle 4 aufgeführt. Sie sind in 3 Gruppen unterteilt.

Die erste Gruppe umfaßt 11 amerikanische Sorten, die wir durch die dankenswerte Vermittlung von Prof. Mains aus Washington D. C. bekamen. Ihr Mehltauverhalten gegen 2 „physiologische Formen" in den Vereinigten Staaten ist von Mains (38) geprüft worden. Die Sorten waren alle hochresistent, nur Axminster C. I. 1839 und Norka C. I. 4377 wurden von Form 2 mit „4" befallen.

In der zweiten Gruppe sind 31 Weizen der Hallischen Sortimente enthalten. Sie erschienen einmal bemerkenswert durch große Unterschiede zwischen Feld- und Gewächshausbonitierung, so z. B. Heines Kolben und die Stämme $4453_{31}$ und $4172_{30}$, Providence, Ruskea, Braunspelziger Arnautka und Chinese 166. Andere fielen durch vorherrschende Resistenz auf, wie Einkorn C. I. 2433, Vernal C. I. 3886, Normandie, Timopheevi, Schwarzer Persischer, Trit. monoc. hornemanni und Hope. Wieder andere zeigten verschiedenartiges Verhalten gegen die beiden Rassen bei der Keimpflanzeninfektion. Hierzu gehören u. a. A. S. 50, A. S. 85, A. S. 842, wie auch 9 H. 39, Saumur und Blausamtiger Kolben.

Die dritte Gruppe besteht nur aus Fram, Linie 076—13 aus der Kreuzung zwischen einer reinen Linie der hochresistenten Sommerweizen-Landsorte I 03 als Mutter mit einer anfälligen Linie vom compactum-Typ Mo 07 als Vater. Die Sorte wurde von Prof. Vik in Norwegen gezüchtet. Sie erwies sich dort im Feldbestand als hochresistent (69). Durch die Freundlichkeit von Prof. Vik erhielten wir eine Probe seiner Züchtung.

Neben 5 Winterweizen enthält das Testsortiment nur Sommerweizen. Es finden sich unter ihnen außer vulgare-Formen 1 Trit. spelta, 4 Trit. durum, 4 Trit. dicoc., 2 Trit. monoc. und Trit. Timopheevi. Diese Bestimmungssorten sollten zur Analysierung von Pilzherkünften herangezogen werden.

### D. Herkunftsprüfungen

Während der Sommer 1936 und 1937 wurde reichhaltiges Pilzmaterial teils selbst gesammelt, teils auf ein Rundschreiben hin von anderen Versuchsstationen zugesandt. [1])

#### 1. Pilzmaterial 1936

Vom ersten Sommer kamen 7 Herkünfte auf 24 Bestimmungssorten (vgl. Tab. 4, t 1—t 24) zur Prüfung. Ihr Verhalten auf 7 von diesen Testsorten ist schon mitgeteilt worden (61). Während 6 Herkünfte die Sorte Dixon C. I. 6295, Huron C. I. 3315 und Red Fern Ott gar nicht oder nur

[1]) Ich möchte allen, die mir bei der Beschaffung von Mehltaumaterial behilflich waren, an dieser Stelle herzlich danken.

Tabelle 5

Weizenmehltauherkünfte 1937

| Nr. | Herkunftsort | von Sorte | Sammler |
|---|---|---|---|
| H 1 | bei Wanzleben | — | Becker, Hart |
| H 2 | Schwenda | — | „ , „ |
| H 3 | Salzmünde | — | „ , „ |
| H 4 | Trotha-Nord | — | „ , „ |
| H 5 | Halle a. d. S. | — | Nover |
| H 6 | Radegast | Heine III WW. | „ |
| H 7 | Schladen | F. T. 33 | Lasser |
| H 8* | Desgl. | Alar × Thule 76 | „ |
| H 9 | Desgl. | v. Rümkers So. Dickkopf | „ |
| H 10 | Desgl. | Toku SW. | „ |
| H 11 | Desgl. | Peragis SW. | „ |
| H 12 | Bonn | Strubes Dickkopf WW. | Morgenweck |
| H 13 | Gießen (Feld) | Anatol. Sortim. 16 SW. | Scheibe |
| H 14 | Desgl | Anatol. Sortim. 30 SW. | „ |
| H 15 | Desgl. | Anatol. Sortim. 39 SW. | „ |
| H 16 | Desgl. | Anatol. Sortim. 8 SW. | „ |
| H 17 | Desgl. | Anatol. Sortim. 363 SW. | „ |
| H 18 | Desgl. | Anatol. Sortim. 1191 SW. | „ |
| H 19 | bei Aschersleben | — | Becker, Hart |
| H 20 | Seehausen | — | „ |
| H 21 | Hornhausen-Neuwegeleben | — | „ |
| H 22 | Westeregeln | SW. | „ |
| H 23* | Landsberg (W.) | Peragis SW. | Vohl |
| H 24 | Steenbeck bei Kiel | Carstens WW. | Leitzke |
| H 25 | Desgl. | v. Rümkers fr. So. Dickkopf | „ |
| H 26 | Desgl. | Heines Germania SW. | „ |
| H 27 | Probstheida bei Leipzig | v. Rümkers Dickkopf SW. | Philipp |
| H 28 | Desgl. | Janetzkis fr. SW. | „ |
| H 29 | Desgl. | Stammesprüfung des Reichsnährstands, Nr 21 SW. | „ |
| H 30 | Desgl. | Desgl. Nr. 18 SW. | „ |
| H 31* | Sylbitz | — | Becker, Hart |
| H 32* | Meisdorf | Carsten V WW. | „ , „ |
| H 33 | Versuchsfeld Obermenzig-München | Riccio × Kraffts Dickkopf WW. | Beierlein |
| H 34 | Desgl. | Holzapfels fr. Arras | „ |
| H 35* | Breslau | Heges Basalt WW. | Pützold |
| H 36* | Desgl. | Carstens Dickkopf WW. | „ |
| H 37 | Desgl. | Rimpaus fr. Bastard WW. | „ |
| H 38* | Weende bei Göttingen | Carstens V WW. | Gräf |
| H 39 | Desgl. | Lohmanns galiz. So. Kolben | „ |
| H 40 | Gießen (Gew. Haus) | Anatol. Sortim. 367 SW. | Scheibe |
| H 41 | Desgl. | Anatol. Sortim. 10 SW. | „ |
| H 42 | Desgl. | Anatol. Sortim. 16 SW. | „ |
| H 43 | Desgl | Anatol. Sortim. 13 SW. | „ |
| H 44 | Desgl. | Anatol. Sortim. 363 SW. | „ |
| H 45 | Desgl. | Anatol. Sortim. 39 SW. | „ |
| H 46 | Desgl. | Anatol. Sortim. 8 SW. | „ |
| H 47 | Desgl. | Anatol. Sortim. 647 SW. | „ |
| H 48 | Steenbeck bei Kiel | Peragis SW. | Leitzke |
| H 49 | Desgl | Anatol. Sortim. 59 SW. | „ |
| H 50 | Jena-Zwätzen | v. Rümkers So. Dickkopf | — |
| H 51 | Wernigerode (Harz) | SW. | Nover |

* = vor Infektion auf Testsorten eingegangen.
SW. = Sommerweizen.
WW. = Winterweizen.

ganz schwach befielen, zeigte die Herkunft Kiel (von Peragis SW.) auf den genannten Sorten den Typ 4. Von 16 aus den Herkünften 1936 gewonnenen Einsporlinien erhielten wir zwei, gegen die Dixon C. I. 6295 und ähnlich reagierende Sorten hochanfällig waren; gegen die übrigen 14 Linien waren sie hochresistent mit stark ausgeprägter Fleckenbildung nekrotischer Art, die teilweise zum schnellen Absterben des infizierten Blattes führte. Wir glaubten berechtigt zu sein, von 2 verschiedenen Pilzrassen zu sprechen, da sie aus Einzelsporen hervorgegangen waren, und bezeichneten die auf den obigen Unterscheidungssorten aggressive Form mit Rasse A, die schwächere mit Rasse B.

Den Befallsunterschieden auf der Testsorte 8, dem griechischen Weizen 3, wurde zunächst nicht weiter nachgegangen. Auf dieser Sorte waren zwei Herkünfte mit Typ 0—1 bonitiert, vier andere hatten eine Trennung in Pflanzen mit mäßiger und Pflanzen mit hoher Resistenz beobachten lassen; die Herkunft H $8_{36}$ (Leipzig von Chinese 183 × Lin Calel) hatte einheitlich den Typ 4 bewirkt. Wir meinten damals, die Uneinheitlichkeit des Befallsbildes auf dem griechischen Weizen 3 sei auf eine Aufspaltung der Sorte zurückzuführen, die genetisch in bezug auf Mehltauresistenz keine reine Linie sei. Erst später, bei Vergleich mit den Herkünften der folgenden Jahre, wurde festgestellt, daß es sich anscheinend hier um Rassenunterschiede des Pilzes gehandelt hat. Darauf wird im folgenden zurückzukommen sein.

### 2. Pilzmaterial 1937

Im Sommer 1937 erhielten wir 51 Herkünfte. Sie waren in der Zeit vom 1. Juni bis 27. Juli gepflückt worden. Die Tabelle 5 gibt Auskunft über den Herkunftsort, die Sorte, auf der der Pilz gefunden wurde, und den Namen des Sammlers. Zunächst wurden alle gleichmäßig auf Carsten V oder Kraffts Dickkopf abinfiziert und unter Glasglocken getrennt vermehrt; dabei fielen einige aus, die durch den Transport zu stark gelitten hatten. Zur Infektion auf das Testsortiment, das in diesem Jahre aus 43 Weizen bestand (Tab. 4), gelangten schließlich 43 Herkünfte. Das Ergebnis der Infektionen war ein erstaunliches. P r a k t i s c h k e i n e H e r k u n f t s t i m m t e i n i h r e n B o n i t i e r u n g e n a l l e r T e s t s o r t e n m i t e i n e r a n d e r e n H e r k u n f t ü b e r e i n.

Um das unübersichtliche Bild zu klären, schalteten wir die Bestimmungssorten aus, auf denen sich gar keine oder fast keine Befallsunterschiede beobachten ließen. Es waren dies die Sorten:

| | | |
|---|---|---|
| t 12 | Providence WW. . . . . . . . . . . . . . . . | hochanfällig |
| t 31 | Müllers Braunweizen WW. . . . . . . . . . . . | „ |
| t 32 | Stadlers Weiß-spelziger SW. . . . . . . . . . . | „ |
| t 35 | Braunspelziger Arnautka SW. . . . . . . . . . | „ |
| t 42 }<br>t 43 } | Chinese 166 WW. . . . . . . . . . . . . . | „ |
| t 23 | White Spring S. D. 298 . . . . . . . . . . . . | hochresistent |
| t 47 | Trit. monoc. hornemanni . . . . . . . . . . . . | „ |

(t = Testsorte)

Eine weitere Anzahl Sorten konnte vernachlässigt werden, nämlich solche, die von mäßigem bis hohem Anfälligkeitsgrad schwankten, dabei aber keine Resistenzflecken irgendwelcher Art aufwiesen, und solche, die stets mehr oder minder resistent waren (Befall 0—1). Darunter fielen:

| | | |
|---|---|---|
| t 1 | Heines Kolben SW. . . . . . . . | mäßig bis hochanfällig |
| t 2 | Stamm $4453_{31}$ SW. . . . . . . . | „ „ „ |
| t 3 | Stamm $4172_{30}$ SW. . . . . . . . | „ „ „ |
| t 22 | Khapli C. I. 4013 SW. . . . . . . | befallsfrei bis resistent |
| t 39 | Trit. Timopheevi SW. . . . . . . | hochresistent bis resistent |
| t 34 | Pusa Nr. 12 SW. . . . . . . . | mäßig resistent bis hochanfällig; |

Tabelle 6

Übersicht über die Ergebnisse der

| Herkunft Nr. | t 13 Schwarzer Persischer | t 8 Griechischer Weizen 3 | t 7 Normandie | t 18 Illinois 1 Sel. 47 | t 15 Dixon C. I. 6295 | t 48 Vernal C. I. 1524 | t 5 Vernal C. I. 3886 | t 20 Norka C. I. 4377 | t 25 Fram (Norwegen) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H 8$_{87}$ | i | 4 | 0c | 0(—1) | 0—1N | — | 2—3 | 0 | — |
| H 9$_{87}$ | i | 0—1n | 4 | 4 | 3—4 | 1 | 2—4 | 3—4 | 3 |
| H 5$_{87}$ | i | 0 | 1—2 | 4 | 2N | 1 | 2—4 | 3—4 | 4 |
| H 25$_{87}$ | i | 0 | 1 | 0—1n | 3—4 | 2—3 | 2—3 | 3 | 4 |
| H 29$_{87}$ | i | 0(—1) | 2 | 0—1 | 3—4 | 0—1 | 1 | 2 | 0/1—2 |
| H 48$_{87}$ | i | 0—1N | 0C | 0—1n | 0N | 3—4 | 1—2N | 4 | 3 |
| H 3$_{77}$ | i | 0 | 2 | 1(0) | 2—3n | 3 | 2—3 | 2—3 | 2—3 |
| H 37$_{87}$ | i | 0—1 | 0—1c | 0N | 0—1N | 3—4 | 1—2 | 4 | 3 |
| H 24$_{87}$ | i | 0n | 0—1c | 0(—1) | 0—1N | 4 | 3 | 0—1/2—3 | 2—3 |
| H 16$_{87}$ | i | 0(—1) | 0 | 0 | 0—1n | 3 | 3 | 3—4 | 1 |
| H 21$_{87}$ | i | 0c | 0—1c | 0—1N | 0—1N | 3—4 | 3 | 2c | 2 |
| H 45$_{87}$ | 0N | 0—1c | 0c | 0—1n | 0n | 3 | 3 | 1 | 2—3 |
| H 18$_{87}$ | i | 0—1c | 2—3c | 0—1 | 1N | 3 | 1—2 | 1 | 0—1 |
| H 26$_{87}$ | i | 0 | 1 | 1—2 | 0—1n | 2—3 | 3 | 2 | 3 |
| H 11$_{87}$ | i | 0(—1) | 0—1 | 0c | 0n | 1 | 3 | 2—3 | 2 |
| H 49$_{87}$ | i | 0 | 0—1c(4) | 0n | 0—1N | 2—3 | 3 | 0—1 | 2—3 |
| H 22$_{87}$ | i | 0—1c | 0c | 0c | 0—1N | 2—3 | 4 | 1—2 | 0—1c |
| H 42$_{87}$ | i | 0—1n | 0c | 0 | 0—1n | 2—3c | 4 | 1 | 2—3 |
| H 50$_{87}$ | i | 0—1 | 0—1c | 0 | 0—1N | 0—1 | 3 | 0—1 | 0(—1)c |
| H 33$_{87}$ | i | 0—1 | 1C | 0—1N | 0—1N | 1—2 | 2—3 | 4 | 4 |
| H 40$_{87}$ | i | 0/1n | 0 | 0—1N | 0—1N | 2—3 | 2—3 | 4 | 2—3 |
| H 30$_{87}$ | i | 0—1 | 0—1C | 0—1n | 0—1N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| H 34$_{87}$ | 0C | 0 | 2(4) | 0—1N | 0—1N | — | 2—3 | 3 | 2 |
| H 20$_{87}$ | i | 0 | 0—1c | 0—1N | 0—1 | 2—3 | 2—3 | 3 | 2—3 |
| H 4$_{87}$ | i | 0(—1) | 0—1 | 0—1n | 0—1 | 1 | 2—3 | 2—3 | 3 |
| H 1$_{87}$ | i | 0n | 0c | 0n | 0—1 | 1 | 2—3 | 2 | 4 |
| H 6$_{87}$ | i | 0n | 1 | 0—1n | 0—1n | 0—1 | 2—3 | 2 | 4 |
| H 28$_{87}$ | i | 2—3/0—1n | 0c | 0—1n | 0—1n | 1(—2) | 2—3 | 1 | 4 |
| H 51$_{87}$ | i | 0N | 0—1C | 1—2n | 0—1N/2 | 2—3 | 2 | 1 | 0—2c |
| H 43$_{87}$ | 0c | 0(—1) | 0c | 0N | 0N | 2c | 2 | 2 | 0 |
| H 14$_{87}$ | i | 0 | 2c | 0—1n | 0—1n | 1 | 2—3 | 2c | 2 |
| H 13$_{87}$ | i | 0(—1)n | 0—1 | 0—1n | 0—1 | 0—1 | 2—3 | 1 | 2—3 |
| H 27$_{87}$ | 0c | 0—1n | 0—1c | 0—1n | 0—1N | 2—3 | 1 | 1—2 | 2 |
| H 41$_{87}$ | i | 0 | 0—1 | 0—1n | 0—1N | 1—2c | 2 | 0/1 | 0—1 |
| H 2$_{87}$ | i | 0—1 | 0—1 | 0—1 | 0—1/4 | 1 | 2—3 | 1—2 | 2—3 |
| H 46$_{87}$ | i | 0—1N | 2 | 0—2 | 0—1N | 2—3 | 2—3 | 2—3 | 2—3 |
| H 39$_{87}$ | i | 0—1 | 1/(2—3) | 0—1 | 0—1N | 2—3 | 2 | 0—1 | 0—2 |
| H 10$_{87}$ | i | 0n | 0—1c | 0—1/1—2 | 0N | 2—3 | 1—2 | 1 | 1 |
| H 47$_{87}$ | i | 0n | 0—1c | 0 | 0N | 2 | 1—2 | 1—2 | 0—1 |
| H 44$_{87}$ | i | 0—1n | 0—1c | 0n | 0—1N | 1—2c | 2—3 | 2—3 | 2—3 |
| H 12$_{87}$ | i | 0(—1)n | 0—1c | 0n | 0—1N | 1 | 2—3 | 1 | 2c |
| H 7$_{87}$ | i | 0 | 1—2c | 0—2n | 0—1N | 0—1c | 2C | 1—2 | 2 |
| H 17$_{87}$ | 0c | 0(—1)n | 0—1c | 0n/2 | 1N | 2 | 2—3c | 2—3 | 0—1 |
| H 15$_{87}$ | 0c | 0C | 0—1c | 0—1n. | 0—1N | 1 | 2 | 0/1 | 0—2 |
| H 19$_{87}$ | i | 0—1n | 0—1C | 0—1 | 0—1N | 2—3 | 2 | 0—1 | 0—1 |

**ferner drei Weizen, die in bezug auf Mehltauresistenz genetisch nicht einheitlich erschienen: t 30 Südrussischer Landweizen WW., t 36 Spanischer Weizen 86 SW., t 37 Spanischer Weizen 172 SW. Eine Gruppe von Sorten stimmte in ihrer Reaktion gegen die einzelnen Herkünfte stets miteinander fast oder völlig überein: t 15 Dixon C. I. 6295 SW., t 16 Huron C. I. 3315 SW., t 24 Red Fern Ott SW., t 44**

Herkunftsprüfungen auf 19 Weizensorten

| t 88 | t 14 | t 27 | t 29 | t 26 | t 33 | t 21 | t 28 | t 49 | Ktr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hope | Axminster C. I. 1839 | Anatolisches Sort. 85 | Anatolisches Sort. 1210 | Anatolisches Sort. 50 | Ruskea von Hankkya | Sonora C. I. 4293 | Anatolisches Sort. 842 | Chul C. I. 2227 | Kraffts Dickkopf-Winterweizen |
| — | 3—4 | — | — | — | — | 4 | — | — | 4 |
| 3 | 3—4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3—4 | 4 | 3 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3—4 | 4 |
| 3—4 | 3—4 | 4 | 4 | 4 | 3—4 | 3 | 3—4 | 4 | 4 |
| 1—2 | 1 | 1—2 | 2—3 | 0/2 s | 2 | 2—3 | 2—3 | 4 | 4 |
| 3—4 | 3—4 | 3—4 | 2—3 | 4 | 3—4 | 2—3 | 4 | 4 | 4 |
| 1c | 3—4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3—4 | 4 | 3—4 | 4 |
| 1 | 3—4 | 2—3 | 2—3 | 4 | 3—4 | 4 | 4 | 3—4 | 4 |
| 3—4 | 2—3 | 3 | 3 | 4 | 3—4 | 2—3 | 3 | 1—2 | 4 |
| 2—3 | 2—3 | 3 | 2—3(4) | 2 | 2—3C | 3 | 2—3 | 3 | 4 |
| 1—2 | 2—3 | 3 | 4 | 2—3 | 2c/3—4 | 2—3 | 2—3 | 3—4 | 4 |
| 2—3 | 2—3 | 2—3 | 2c | 3 | 4 | 2 | 2—3 | 3—4 | 4 |
| 0c | 1—2c | 1 | 2—3c | 2—3c | 2 | 3—4 | 2—3c | 4 | 4 |
| 4 | 2—3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3—4 | 4 |
| 2—3 | 2 | 2—3c/3—4 | 3 | 3—4 | 3—4 | 3—4 | 3 | 2—3 | 4 |
| 3—4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2—3 | 1—2 | 2 | 2—3 | 4 |
| 0—1c | 3 | 2—3 | 1—2 | 2c | 3 | 3 | 3—4(0) | 4 | 4 |
| 4 | 2—3 | 2 | 4 | 1—2 | 3—4 | 3—4 | 2—3 | 2—3 | 4 |
| 2C | 0—1c | 0—1 | 2—3 | 2c | 0/1 | 2—3 | 1—2 | 4 | 4 |
| 1—2c | 3—4 | 4 | 4 | 3—4 | 4 | 2—3 | 4 | 3 | 4 |
| 0—2c | 2—3/4 | 4 | 1—2C | 4 | 4 | 4 | 3—4 | 3 | 4 |
| 2—3C | 3—4 | 2—3 | 1C | 3—4 | 4 | 0—1/3—4 | 4 | 3 | 4 |
| 0C | 4 | 2—3 | 1c | 3 | 3—4 | 3/1—2 | 3—4 | 3—4 | 4 |
| 2 | 3 | 2—3 | 3—4 | 3—4 | 4 | 4 | 2—3 | 3 | 4 |
| 3 | 3—4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4(0) | 0—1 | 4 |
| 1 | 4 | 4 | 3—4 | 4 | 2—3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 2c | 3—4 | 3 | 3—4 | 4 | 4 | 2—3 | 4 | 1(—2) | 4 |
| 2—3 | 2—3 | 0—1c | 2C | 0—1 | 3—4 | 2—3 | 3 | 2—3 | 4 |
| 3 | 3 | 2—3 | 2c | 0—1 | 3—4 | 0—1/2—3 | 3—4 | 3—4 | 4 |
| 3—4 | 0/2—3 | 1c | 3—4 | 0—1c | 1 | 2 | 0—1c | 2—3 | 4 |
| 0—1 | 3—4 | 3 | 2—3c | 3—4 | 4 | 3—4 | 3—4 | 2—3 | 4 |
| 2—3C | 3—4 | 2—3 | 4 | 3 | 3—4 | 4 | 3 | 2 | 4 |
| 2c | 3 | 4 | 2—3 | 3—4 | 3 | 4 | 3—4 | 3 | 4 |
| 1—2C | 1 | 3—4 | 4 | 4 | 2—3c | 2—3 | 3—4 | 0—1 | 4 |
| 0—1 | 2—3 | 2—3(4) | 4 | 3 | 3—4 | 4 | 4 | 2—3 | 4 |
| 0—1c | 2 | 2—3 | 4 | 2—3c | 2—3 | 3—4 | 3 | 3—4 | 4 |
| 0—1c | 1—2 | 2 | 4 | 2 | 2—3 | 3 | 3 | 2—3 | 4 |
| 2—3c | 2 | 2c | 3 | 1—2 | 1—2 | 2/4 | 2c | 3 | 4 |
| 2—3c | 1/3 | 2c | 1c | 3—4 | 2—3 | 3—4 | 3 | 0—1 | 4 |
| 0—1c | 2—3 | 2/4 | 2—3c | 2 | 3 | 4 | 4 | 1—2 | 4 |
| 0—1c | 2 | 2—3 | 2c(4) | 2—3 | 3 | 2—3 | 3 | 1 | 4 |
| 1C | 1 | 1—2c | 2—3c | 2 | 2—3 | 3—4 | 3 | 1 | 4 |
| 0—1c | 0 | 1c | 1—2 | 2—3 | 0—1 | 2—3 | 2—3 | 3 | 4 |
| 2c | 1c | 1 | 2—3C | 0—2c | 1 | 2—3 | 2—3 | 0—1 | 4 |
| 0—1c | 2—3 | 0—2c | 2—3C | 0—2 | 2 | 1 | 2c | 2—3 | 4 |

9 H 39 SW., t 45 Saumur SW., t 46 Blausamtiger Kolben SW. Es wurde als Vertreter dieser Gruppe weiterhin nur t 15 Dixon C. I. 6295 in Betracht gezogen. — T 4 Einkorn C. I. 2433 und t 41 Punjab Wheat Type 4 werden trotz starker Bonitierungsunterschiede nicht weiter erörtert werden, da sie zur Differenzierung unserer „Rassen“ nicht unbedingt notwendig sind.

Wenn wir *hier und in den folgenden Ausführungen* von Rassen *sprechen, so ist uns klar, daß wir dazu eigentlich nicht berechtigt sind*, so lange wir nicht von Einzelsporen ausgehen. Bei dem Umfang und der Reichhaltigkeit unseres Materiales ließ sich diese Forderung aus arbeits- und raumtechnischen Gründen nicht erfüllen. Aus den S. 73 besprochenen Gründen hatten wir die größten Schwierigkeiten, die Herkünfte in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung sauber zu erhalten. Auch bei äußerster Vorsicht ließen sich Vermischungen im Laufe der Zeit nicht ganz vermeiden. Es wäre vergeblich gewesen, von jeder Herkunft etwa 40 Einsporlinien zu isolieren; denn bis davon 5 (Erfolg der Sporenisolation beim Weizenmehltau bisher 11—12%, vgl. 61) angegangen und zur Infektion aufs Testsortiment genügend vermehrt wären, war für keine Reinheit der Linie mehr zu garantieren. Eine Beimischung von auch nur geringen Spuren einer fremden Rasse würde bei Heranzucht von Einsporlinien viel schneller zur restlosen Verschiebung des Befallbildes geführt haben als bei Populationen, wie sie unsere Herkünfte darstellen; besonders wenn diese Beimischung aggressiver und wuchsfreudiger ist. Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, daß auch eine Verwendung von Populationen anstatt von Einsporlinien wenigstens einen gewissen Anhalt für das Ausmaß der physiologischen Spezialisierung geben kann. Unter diesen Einschränkungen sind die folgenden Ergebnisse zu betrachten.

In Tabelle 6 wird versucht, die Ergebnisse aller Herkunftsprüfungen übersichtlich darzustellen. Es sind die zur Unterscheidung wichtigsten Bestimmungssorten von höchster Widerstandsfähigkeit bis zu höchster Anfälligkeit abfallend wagerecht angeordnet. Senkrecht untereinander stehen die Herkünfte, deren Reihenfolge bestimmt wird durch ihre Aggressivität auf diesen Sorten. Man erkennt auf den ersten Blick, daß wir es beim Weizenmehltau mit einer starken Mannigfaltigkeit der physiologischen Differenzierung zu tun haben, von der unser Material nur einen Ausschnitt geben kann.

Von den Herkünften 1936 ist hier nur eine mit aufgeführt, die als einzige in den Populationen des nächsten Jahres nicht wiedergefunden wurde, nämlich H $8_{36}$ vom Versuchsfeld Probstheida der Universität Leipzig, gepflückt von Chinese 183 × Lin Calel. Sie zeichnet sich aus durch ihren Befall von Typ 4 auf dem griechischen Weizen 3. Eine Herkunft 1937 scheint Spuren dieser offenbar seltenen „Rasse“ zu enthalten, H $28_{37}$ wieder aus Probstheida bei Leipzig in diesem Jahr von Janetzkis frühem Sommerweizen. Gegen die übrigen drei Herkünfte von dem gleichen Versuchsfeld, jedoch von anderen Sorten, wie auch gegen sämtliche andere Herkünfte verhält sich Testsorte 8 hochresistent. Selbst die als nächste dargestellte H $9_{37}$ aus Schladen von v. Rümkers Sommerdickkopf ist nicht fähig, die Resistenz des griechischen Weizen 3 zu durchbrechen; obwohl sie, was ihren Befall der übrigen Bestimmungssorten anbetrifft, als die aggressivste Population angesprochen werden muß. Sie zeigt sogar Befallstyp 4 auf der Testsorte 7, Normandie, die im allgemeinen sehr resistent erschien mit mehr oder weniger chlorotischen Blattverfärbungen. Aus der Prüfung des ersten Versuchsjahres gingen Normandie zusammen mit Hope als einzige resistente vulgare Weizen hervor. Jedoch wurden im Sommer 1938 bereits auf dem Versuchsfeld Halle auf beiden Sorten Pusteln des Typs 4 beobachtet, woraus wir schon auf das Auftreten einer neuen Rasse schließen konnten (61). Aus v. Rosenstiels Tabelle 4 (55) ersieht man, daß die Sorte Hope gegen drei seiner sechs verschiedenen Mehltaupopulationen anfällig war, die Sorte Normandie sogar gegen fünf. Wir konnten nicht in Erfahrung bringen, ob die von uns vor einigen Jahren zu Vergleichszwecken überlassenen Saatproben dieser

beiden Sorten mit den seinen übereinstimmten, doch ist es wahrscheinlich. Dann dürfen wir hier nicht von einer „Normandierasse“ sprechen, wie wir es nach eigenen Prüfungsergebnissen tun könnten, sondern von einer „Rassengruppe“. Wir stellen Spuren davon in der Herkunft H $7_{87}$ fest, die auch aus Schladen, jedoch von Sorte F.T. 33 stammt. Zwei andere Proben aus Schladen (H $10_{87}$, H $11_{87}$) von anderen Wirtssorten zeigen keinerlei solche Beimischungen. Desgleichen ist die „Normandierassengruppe“ enthalten in H $25_{87}$, die wie H $9_{87}$ von v. Rümkers Sommerdickkopf aber auf dem Versuchsfeld Steenbeck bei Kiel gepflückt ist. Vom gleichen Versuchsfeld stammen H $49_{87}$, die eine Aufspaltung der Testsorte t 7 in vorwiegend hochresistente und zwei hochanfällige Pflanzen zeigt, und auch H $26_{87}$ von Heines Germania. Wir fanden sie ferner in dem Bezirk Halle (H $5_{87}$) — Salzmünde (H $3_{87}$) — Radegast (H $6_{27}$), in Weende bei Göttingen (H $39_{87}$), in beiden Proben von Obermenzing bei München (H $33_{87}$, H $34_{87}$) und endlich in Gießen auf einigen der anatolischen Sommerweizen (H $14_{87}$, H $18_{87}$, H $46_{87}$). Die letztere wurde im dortigen Gewächshaus von der Sorte A. S. 8 gepflückt, von der gleichen Sorte stand aus Gießen vom Feld die Herkunft H $16_{87}$ zur Verfügung; sie war ganz frei von Spuren der „Normandierasse“ im Gegensatz zu den beiden zuerst genannten Proben vom Gießener Versuchsfeld.

Die Herkunft H $5_{87}$ von dem Versuchsfeld Halle ist der ihr vorangestellten „aggressivsten“ sehr ähnlich. Nur ist sie offensichtlich mit einer schwächeren Rasse vermischt, wie vor allem die mäßige Resistenz von Dixon C. I. 6295 und der ganzen von dieser Sorte vertretenen Gruppe beweist: neben vereinzelten Pustelbildungen des Typs 4 kommen große stark nekrotisch verfärbte Flecke vor.

Etwas grundsätzlich Neues bedeuten die Herkünfte H $25_{87}$ und H $29_{87}$; erstere in Steenbeck bei Kiel gesammelt von v. Rümkers frühen Sommerdickkopf, letztere in Probstheida bei Leipzig von der Stammesprüfung Nr. 21 Sommerweizen. Wir können sie als eine dritte „Rassengruppe“ herausstellen, die sich von den beiden bisher erwähnten durch folgendes Verhalten unterscheidet:

H $25_{87}$ ist die aggressivste von beiden, sie befällt t 25 Fram, t 38 Hope, t 14 Axminster C.I. 1839 und viele andere mit 3—4 bzw. 4, die gegen H $29_{87}$ Resistenz zeigen (1 bzw. 1—2).

| | Testsorten | | | |
|---|---|---|---|---|
| Herkunft | t 8 | t 7 | t 18 | t 15 |
| H $8_{86}$ | 4 | 0 c | 0 (—1) | 0—1 N |
| H $9_{87}$ | 0—1 n | 4 | 4 | 3—4 |
| H $25_{87}$ | 0 | 1 | 0—1 n | 3—4 |
| H $29_{87}$ | 0 (—1) | 2 | 0—1 | 3—4 |

Es folgt eine Gruppe von acht Herkünften, die sich untereinander gleichen in ihrem starken Befall auf Vernal C. I. 3886 (t 48) und schwachem Befall auf den Testsorten Griech. Weizen 3 (t 8), Normandie (t 7), Illinois Sel. 47 (t 18) und Dixon C. I. 6295 (t 15); das unterscheidet sie gleichzeitig von den vier oben dargestellten Rassen. Für zwei dieser Herkünfte war der Fundort Kiel, für zwei andere das nordöstliche Harzvorland; drei weitere wurden aus Gießen eingesandt, ferner eine aus Breslau. In der Population H $48_{87}$ aus Steenbeck bei Kiel von Peragis Sommerweizen wie auch in der aus Breslau (H $37_{87}$ von Rimpaus frühem Bastard Winterweizen) und der vom Gießener Versuchsfeld (H $18_{87}$ von A. S. 8) überwiegt jedoch, wie sich bei Betrachtung der übrigen Testsorten leicht beobachten läßt, jedesmal eine andere Pilzrasse, die das Befallsbild bestimmend beeinflußt.

Testsorten

| Herkunft | t 20 | t 25 | t 38 | t 48 | t 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| H $48_{87}$ | 4 | 3 | 3—4 | 3—4 | 1—2 N |
| H $37_{87}$ | 4 | 3 | 1 | 3—4 | 1—2 |
| H $18_{87}$ | 1 | 0—1 | 0c | 3 | 1—2 |

Aus den nächsten sechs Herkünften treten drei hervor, die sich durch große Anfälligkeitsunterschiede einzelner Sorten ihnen gegenüber unschwer voneinander trennen lassen. Sie kennzeichnen sich alle durch starken Befall auf Vernal C. I. 3886 (t 5), worin wir sie der soeben betrachteten Vernal C. I. 1524-Gruppe (t 48) gegenüberstellen können.

Testsorten

| Herkunft | t 25 | t 38 | t 14 | t 33 | t 48 | t 5 | t 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H $26_{87}$ | 3 | 4 | 2—3 | 4 | 2—3 | 3 | 2 |
| H $22_{87}$ | 0—1 c | 0—1 c | 3 | 3 | 2—3 | 4 | 1 |
| H $50_{87}$ | 0(—1)c | 2 C | 0—1 c | 0/1 | 0—1 | 3 | 0—1 |

Die Herkunft H $26_{87}$ erhielten wir aus Steenbeck bei Kiel von Heines Germania Sommerweizen, H $22_{87}$ wurde bei Westeregeln (Provinz Sachsen) von einem Sommerweizen und H $50_{87}$ bei Jena (Thüringen) von v. Rümkers Sommerdickkopf gepflückt.

Es schließen sich an die Vernalgruppen fünf Herkünfte an, deren Bild ziemlich einheitlich ist, ausgenommen auf der Sorte A. S. 1210 (t 29), auf der sich Bonitierungen stärkster Anfälligkeit (z. B. von H $33_{87}$, Versuchsfeld Obermenzing b. München von Sorte Riccio × Kraffts Dickkopf Winterweizen) und solche ausgesprochener Resistenz (z. B. von H $30_{87}$, Probstheida b. Leipzig von Stammesprüfung Nr. 18 Sommerweizen) finden. Die Testsorten t 8, t 7, t 15, t 18, t 48 befallen sie gar nicht oder nur sehr schwach (vgl. Tab. 6).

Von der Vernal C. I. 3886-Gruppe trennt sie ihre starke Aggressivität gegen t 20, Norka C. I. 4377. Um sie noch eindeutiger von der Herkunft H $26_{87}$ zu unterscheiden, die auf Norka mit 2 bonitiert war, wobei — wie bei dieser Sorte meistens — keine Resistenzflecke festgestellt wurden, vergleiche man den Befall auf t 29, A. S. 1210 und t 38, Hope.

Testsorten

| Herkunft | t 38 | t 29 | t 20 |
|---|---|---|---|
| H $33_{87}$ | 4 | 1—2 c | 4 |
| H $30_{87}$ | 1 C | 2—3 C | 3 |
| H $26_{87}$ | 4 | 4 | 2 |

Je weiter wir auf Tabelle 6 die Reihe der Herkünfte abwärts verfolgen, je mehr ihre Aggressivität auf den angeführten Bestimmungssorten nachläßt, desto schwieriger wird eine klare gegenseitige Abtrennung und desto mehr Sorten müssen wir zum Vergleich heranziehen. Wir kommen nun zu vier Herkünften, die den Norwegischen Weizen Fram (t 25) alle stark befallen. Sie stammen aus einem engbegrenzten mitteldeutschen Bezirk, nämlich H $4_{87}$ aus Trotha bei Halle, H $1_{87}$ bei Wanzleben, H $6_{87}$ aus Radegast bei Köthen und H $28_{87}$ aus Probstheida bei Leipzig von Janetzkis frühem Sommerweizen. Es gelingt leicht, H $4_{87}$ von H $1_{87}$ und beide wiederum von H $28_{87}$ zu unterscheiden:

Testsorten

| Herkunft | t 38 | t 27 | t 26 | t 49 | t 20 | t 33 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $H\ 4_{87}$ | 3 | 4 | 4 | 0–1 | | |
| $H\ 1_{87}$ | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2—3 |
| $H\ 28_{87}$ | 2—3 | 0—1 c | 0—1 | 2—3 | 1 | |
| $H\ 33_{87}$ | 1—2 | 4 | 3—4 | 3—4 | 4 | 4 |
| $H\ 30_{87}$ | 2—3 C | 2—3 | 3—4 | 3 | 4 | 4 |

Auf diesen vier Sorten wäre die Herkunft $H\ 1_{87}$ aber den vorher beschriebenen $H\ 33_{87}$ und $H\ 30_{87}$ sehr ähnlich; zur Differenzierung benutzen wir t 20, Norka C. I. 4377 und t 33, Ruskea.

Gegen die Populationen Wernigerode/Harz ($H\ 51_{87}$) und Gießen Gewächshaus von A. S. 13 SW. ($H\ 43_{87}$) sind alle für die bisher aufgeführten „Rassengruppen" typischen Testsorten hoch bis mäßig resistent. Weitere kennzeichnende Trennungsmerkmale gegen die beiden Vernalgruppen bringt ihr Verhalten auf A. S. 50 (t 26) und Hope (t 38), was der Klarheit halber nochmal zusammengestellt sei; gegen die Herkünfte $H\ 33_{87}$, $H\ 30_{87}$, $H\ 4_{87}$, $H\ 1_{87}$, $H\ 28_{87}$ — ihr Verhalten auf Fram (t 25).

Testsorten

| Herkunft | t 33 | t 28 | t 38 | t 26 |
|---|---|---|---|---|
| $H\ 51_{87}$ | 3—4 | 3 - 4 | 3 | 0—1 |
| $H\ 43_{87}$ | 1 | 0—1 | 3—4 | 0—1 c |
| $H\ 48_{87}$ | | | 4 | 4 |
| $H\ 37_{87}$ | | | | 4 |
| $H\ 18_{87}$ | | | 0 c | |
| $H\ 26_{87}$ | | | | 4 |
| $H\ 22_{87}$ | | | 0—1 c | |
| $H\ 50_{87}$ | | | 2 C | 2 c |

Von den am Schluß angeführten wenig aggressiven Herkünften greifen wir nur noch fünf heraus mit folgenden Befallsunterschieden:

Testsorten

| Herkunft | t 14 | t 27 | t 29 | t 26 | t 49 |
|---|---|---|---|---|---|
| $H\ 14_{87}$ | 3—4 | 3 | | 4 | |
| $H\ 41_{87}$ | 1 | 3—4 | 4 | 4 | 0—1 |
| $H\ 39_{87}$ | 1—2 | 2 | 4 | 2 | 2—3 |
| $H\ 47_{87}$ | | 2 c | 1 c | | 0—1 |
| $H\ 15_{87}$ | 1 c | 1 | 1—2 C | | 0—1 |

Vier von ihnen sind in Gießen von verschiedenen Anatolischen Sommerweizen gesammelt (vgl. Tab. 5), $H\ 39_{87}$ stammt aus Weende b. Göttingen von Lohmanns galizischem Sommerkolben.

### 3. Zusammenfassende Erörterung

Wir haben damit insgesamt 22 Mehltaupopulationen herausgestellt, in denen jedesmal eine andere Rasse des Pilzes das Befallsbild derartig bestimmt, daß sie auf 16 Testsorten einwandfrei unterschieden werden können. Durch Infektion über die kennzeichnenden Testsorten ist es möglich, aus einem Gemisch gleichsam die Rassen herauszusieben und dadurch zumindest die aggressiveren rein zu erhalten. Die selektive Wirkung von Weizensorten auf bestimmte Rassen des Parasiten ist für andere Pilze verschiedentlich erwiesen worden. So z. B. von Roemer-Kamlah (51) für Ustilago tritici, von Roemer-Bartholly (52) für Tilletia tritici, von Calniceanu (4) für Puccinia triticina. Darauf beruht auch die von Honecker (29) für Erysiphe graminis hordei beschriebene „Fangsortentechnik".

Wie weitgehend die physiologische Spezialisierung des Weizenmehltaus selbst auf engem Raum in Erscheinung tritt, beweist der Vergleich von Proben des Pilzes, die am gleichen Ort von verschiedenen Sorten gepflückt sind. So isolierte z. B. v. Rosenstiel (55) drei seiner Rassen aus der Population Müncheberg, zwei weitere aus der Population Huckelheim bei Frankfurt

(Main). Uns standen aus Gießen vom Feld sechs und aus dem Gewächshaus acht Herkünfte zur Verfügung; davon wurden sechs als rassentypisch besprochen. Genau so ist es mit Steenbeck bei Kiel, wo zwei, oder Probstheida bei Leipzig, wo drei „Rassen" festgestellt wurden. Zwar muß dabei berücksichtigt werden, daß auf solchen landwirtschaftlichen Versuchsfeldern durch Anbau selektiv wirkender Sorten oder Zuchtstämme im Zuchtgarten die Möglichkeiten zur Spezialisierung für den Pilz besonders günstig sind (28); auch ist die Gefahr der Einschleppung fremder Rassen von Parasiten dort größer als auf irgend einem abseits liegenden Feld.

Die ideale Forderung der Prüfung aller Rassen auf dem Bestimmungssortiment zu gleicher Zeit konnte aus Mangel an räumlichen Trennungsmöglichkeiten nicht erfüllt werden. Es wurde jedoch viel Wert darauf gelegt, die äußeren Faktoren möglichst konstant zu halten. Stichproben der Infektion aller Herkünfte auf einige Testsorten am gleichen Tag, Monate nach den ersten Prüfungen, ließen aber beobachten, daß die extremen Befallsunterschiede zwischen resistent und hochanfällig stets die gleichen blieben. (Hierbei zeigte sich allerdings, daß einige Herkünfte ausgeschaltet werden mußten, die durch Vermischung mit anderen in ihrer Zusammensetzung völlig verändert waren.)

Wir konnten im Rahmen dieser Untersuchungen nicht zu einer endgültigen Aufstellung von Rassen und Testsortiment kommen, doch glauben wir einige Grundlagen dafür gegeben zu haben.

Wesentlich für den Züchter ist die unangenehme Tatsache, daß er mit einer Vielzahl von Weizenmehltaurassen rechnen muß. Er wird sich weiterhin nur mit den auf den wichtigsten Sortengruppen aggressivsten (wie H $8_{87}$, H $9_{87}$, H $5_{87}$, H $25_{87}$, H $29_{87}$) befassen und nach Weizen fragen, die gegen möglichst viele Rassengruppen widerstandsfähig sind, wie etwa Schwarzer Persischer (aber tetraploid), griechischer Weizen 3, Normandie, Illinois Nr. 1 Sel. 47 und der von Dixon C. I. 6295 vertretenen Gruppe. In der Kombination ihrer Resistenzfaktoren durch Kreuzung liegt eine Möglichkeit, zu mehltaufesten Weizen zu gelangen. Die andere liegt in der Auffindung von Linien, etwa im Hindukusch-Expeditionsmaterial u. ä., die gegen sämtliche Rassen hochresistent bzw. befallsfrei sind. Auch das scheint erfolgreich zu sein (vgl. den Abschnitt „Sortenprüfung"), wenn auch der Erfolg meist kein endgültiger sein, sondern wahrscheinlich zur Selektion neuer Pilzrassen führen wird. Bis diese Rassen sich herausgebildet bzw. genügend stark vermehrt haben, hat eine mehltaufeste Sorte schon mehrere Jahre ihre Schuldigkeit getan; ihre Züchtung ist also nicht umsonst gewesen, wie Roemer (53) an Beispielen aus der Resistenzzüchtung gegen Gelbrost u. a. nachwies (vgl. auch 54).

### E. Untersuchungen zur Frage der Feldresistenz

Die künstliche Infektion der Keimlingspflanzen im Gewächshaus unter konstanten, für den Pilz optimalen Bedingungen, ist in bezug auf obligate Parasiten, wie die Mehltau- und Rostpilze, die härteste Probe auf vorhandene Resistenzeigenschaften. Sorten, die sich dabei widerstandsfähig erweisen, werden es auch im Feld stets bleiben, vorausgesetzt, daß es sich in jedem Falle um die gleichen Rassen des Pilzes handelt und die Wirtssorte rein ist. Doch bemerkte man bei der Rostresistenzzüchtung, zunächst beim Schwarzrost, Puccinia graminis tritici, daß einige als Keimpflanzen anfällige Sorten später — als erwachsene Pflanzen — nicht mehr befallen wurden.

Hierüber berichten 1925 Hayes, Stakman und Aamodt (25), 1927 Aamodt (1), 1927 Goulden, Neatby und Welsh (16), 1928 Harrington

und Smith (22), 1930 Goulden, Newton und Brown (17), 1935 Popp (48). Man bezeichnet diese Resistenz als „mature plant resistance". Auch für Braunrost (Puccinia triticina) sind ähnliche Verhältnisse beobachtet worden. Darüber berichten Johnston und Melchers 1929 (33) und Vohl 1938 (70). Eine Feldresistenz, d. h. Zurückgehen des Befalls in späteren Entwicklungsstadien wurde auch beim Gelbrost des Weizens, Puccinia glum. trit., festgestellt; Isenbeck 1931 (32), Küderling 1936 (34), Straib 1939 (64).

Zahlreiche Arbeiten befassen sich damit, die Erscheinung der Feldresistenz bei den verschiedenen Rosten in ihren Ursachen zu klären. Nach Hursh (30) und Hart (24) ist die Verteilung von kollenchymatischen und sklerenchymatischen Geweben in den älteren Weizenpflanzen von Bedeutung. Die Meinung, Resistenz gegen die Roste im allgemeinen durch morphologische Unterschiede erklären zu können, wurde schon 1892 von Cobb (5) als „mechanische Theorie" aufgestellt. Die im Laufe der Zeit vielfach angestellten Vergleiche zahlreicher morphologischer Einzelheiten, wie Zahl und Größe der Spaltöffnungen, Dicke der Cuticula, Behaarung oder Zähigkeit der Blätter, brachten als Ergebnis stets, daß die verschiedenen Autoren, wie Erikson und Henning (8), Biffen (2), Vavilov (66), Schröder (62), Radulescu (49) u. a., keine konstante Übereinstimmung dieser Merkmale mit der Rostresistenz der Sorten feststellen konnten.

Über den Gerstenmehltau liegen Untersuchungen von Graf-Marin (18) vor. Messungen der Cuticula ergaben, daß ihre Dicke bei alten Blättern zwischen 2,5 $\mu$ und 5 $\mu$ liege, bei jungen zwischen 0,4 $\mu$ und 1,5 $\mu$. Der Verfasser nimmt an, daß der Keimschlauch der Mehltaukonidien die Cuticula alter Blätter nicht durchdringen könne und kommt zu dem Schluß, „daß die Immunität alter Gerstenblätter allein mechanischer Natur sei". Nach eigenen vergleichenden Feldbeobachtungen an Gerstensortimenten kann eine allgemeine Altersresistenz nicht bestätigt werden.

Mackie (36) infizierte 8 Gerstensorten, die in ihrem Anfälligkeitsgrad stark voneinander abwichen, unter verschiedenartigsten Versuchsanstellungen mit Mehltau. Die Sorten zeigten unter allen Bedingungen, sowohl im Freiland wie auch in der Feuchtkammer wie in Petrischalen, gleichbleibenden Befallsgrad. Bei mikroskopischer Untersuchung konnten keinerlei morphologische Unterschiede festgestellt werden, auf denen die sortentypischen Resistenzeigenschaften beruhen könnten. In den letzten Jahren wurde durch Versuche mit kontinuierlichen Feldaussaaten (14) sowie Gewächshausinfektionen unter verschiedenen Temperaturen und in verschiedenen Wachstumsstadien hauptsächlich mit Weizengelbrost die Feldresistenz als eine physiologische Resistenz der älteren Pflanze herausgestellt, wobei diese durch die höheren Sommertemperaturen noch stark beeinflußt werden kann (13, 34, 49, 64).

Wie verhält es sich nun beim Weizenmehltau? Gibt es auch diesem Parasiten gegenüber feldresistente Sorten, wie kann eine solche Erscheinung gegebenenfalls ursächlich erklärt werden?

Im allgemeinen stimmten die Ergebnisse unserer Gewächshausprüfungen mit den Feldbonitierungen aus den Jahren mit starkem, natürlichen Mehltaubefall befriedigend überein. Einige Sommerweizen aber waren im Feld stets mit 2 und besser bonitiert worden, während sie im Keimlingsstadium hochanfällig waren. Ihre Parzellen fielen im Zuchtgarten immer wieder durch ihr gesundes Aussehen auf, während die beiden benachbarten Parzellen oft schwer befallen waren. Diese Erscheinung kann nur als Feldresistenz gedeutet werden; denn die Pilzrasse B der Gewächshausinfektionen war in den Jahren 1936 und 1937 auch in der Mehltaupopulation auf dem Versuchsfeld Halle vorwiegend enthalten. In Tabelle 7 sind 13 Sommerweizen mit ihren Mehltaubonitierungen von sechs Jahren und zum Vergleich mit den Gewächshausbonitierungen zweier Rassen aufgeführt. Zur Klärung ihres Verhaltens wurden sie zu Stadienversuchen verwendet.

Tabelle 7

Mehltau — feldresistente Sommerweizen

| Name | Gewächshausbonitierung | | Feldbonitierung | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rasse A | Rasse B | 1932 | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 |
| Heines Kolben | 4 | 4 | 1 | 1 | 0—1 | 1—2 | 0—1 | 1—2 |
| Stamm $4453_{31}$ | 2—3/3—4 | 4 | — | — | — | 0—1 | 0—1 | 0—1 |
| Stamm $4172_{30}$ | 3—4 | 3—4 | — | — | — | 0—1 | — | 2 |
| Grüne Dame | 4 | 4 | 1 | 1—2 | 1 | 1—2 | 0—1 | 2—3 |
| Janetzkis fr. Sommer-W. | 4 | 4 | 0 | 1—2 | 1 | 2 | 1 | 2—3 |
| Chinese 466 | 4 | 4 | — | 2 | 0—1 | 1 | 1—2 | 0—1 |
| Roter Sommerkolben | 3—4 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0—1 | 1 | 2—3 |
| Stamm $1014_{27}$ | 4 | 4 | 1 | 1 | 0—1 | 2 | 0—1 | — |
| Blé aurore | 2 | 4 | 0 | 1 | 0—1 | 1—2 | 2 | 1—2 |
| Pika | 3 | 4 | 1 | 1 | 0—1 | 0—1 | 0—1 | 1—2 |
| 9 H 39 | 4 | 0—1 | 1 | 1—2 | 0—1 | 0—1 | 1 | 4—5 |
| Normandie | 1 | 0c | 0 | 1—2 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Hope | 2—3/0C | 1—2 | 0 | 2 | 1—2 | 2 | 1 | 2 |

Erklärung der Bonitierung siehe S. 75.

Die ersten 8 Sorten sind feldresistent, sie waren in der Keimpflanzenprüfung mit den Rassen A und B mehr oder minder hochanfällig (Liste 3). Blé aurore, Pika und 9 H 39 waren gegen eine Pilzrasse widerstandsfähig, während sie von der anderen stark befallen wurden (Liste 3). Es sollte in den folgenden Versuchen nachgeprüft werden, ob sich diese rassentypischen Unterschiede im Laufe der Entwicklung der Pflanze verwischen oder ob sie erhalten bleiben. Normandie und Hope waren gegen beide Rassen resistent (Liste 3); doch wurden sie von einigen Herkünften 1937 stark befallen (vgl. Tab. 6). Sie wurden ausgesucht, weil ihr Befall in Grenzen von resistent bis mäßig resistent durch äußere Einflüsse modifizierbar erschien. Über die Sorte Hope (C. I. 8178) bemerkt auch Mains (39) in seinen Vererbungsuntersuchungen der Mehltauresistenz, daß sie gewöhnlich Befallsgrad 0—1 zeigt und den Befallsgrad 2 gelegentlich erreicht. Er beobachtete, daß Hope die höchste Resistenz Mitte des Winters zeigte, die geringste im späten Frühling.

## 1. Versuchsplan

Die obengenannten 13 Sommerweizen mit ein bis zwei Kontrollsorten sollten im Gewächshaus mit den Rassen A und B in fünf Stadien infiziert werden.

Stadium I: 1. Blatt der Keimpflanze voll ausgebildet;
" II: 3. Blatt voll ausgebildet;
" III: Pflanze im Halmschieben;
" IV: Pflanze zu Beginn des Ährenschiebens;
" V: Pflanze nach dem Ährenschieben.

Zu den ersten beiden Stadien wurden 8—10 Körner in Tontöpfe mit 8 cm oberem Durchmesser ausgelegt in einen Boden, der aus 2 Teilen Komposterde und einem Teil Sand gemischt war. Zu den Stadien III, IV und V wurden in das gleiche Bodengemisch 8 Körner in große Tontöpfe (oberer Durchmesser 16 cm) ausgesät. Für jedes Stadium und für jede Rasse wurden zwei Wiederholungen angesetzt. Nach den ersten 14 Tagen bekamen die Pflanzen wöchentlich eine Düngung mit HaKaPhos (16 % N, 16 % P, 20 % Kali) in Form einer 0,2prozent. Lösung verabreicht.

Die Aussaat erfolgte im Herbst 1937; alle Töpfe standen zunächst im Freien, da um diese Zeit die Gefahr einer spontanen Infektion kaum mehr in Betracht kam. Später wurden die Pflanzen vereinzelt, so daß je Topf nur die 4—5 kräftigsten stehen blieben, die dann bei künstlicher Zusatzbeleuchtung im Gewächshaus weiter heranwuchsen. Der Versuch wurde im Frühjahr 1938 wiederholt. Diesmal wurden

Stadium IV und V zusammengefaßt, da es sich gezeigt hatte, daß die in der Blüte infizierten Pflanzen in den 10 Tagen bis zur Bonitur oft stark vergilbten und der Befallstyp dann nicht mehr einwandfrei zu bestimmen war. Auch wurde zunächst nur die Hälfte der Sorten mit zwei Kontrollsorten am 16. und 17. März ausgelegt. Die Gruppe A I—IV mußte am 20. April wiederholt werden, weil sie durch Mäusefraß stark Schaden gelitten hatte. Die restlichen Sorten mit zwei Kontrollen wurden am 29. April ausgesät. Die Pflanzen entwickelten sich diesmal im Gewächshaus ohne Zusatzbeleuchtung normal und waren besonders im älteren Zustand kräftiger als bei der ersten Herbstaussaat.

Eine dritte Wiederholung wurde Mitte Juni mit allen 13 Sorten und zwei Kontrollen mit je zwei Parallelen vorgenommen. An Stelle der großen Tontöpfe der vorausgegangenen Versuche wurden die Stadien III, IV und V in Mitscherlich-Gefäße augesät, da — nach Beobachtungen anderer Versuche an der Pflanzenzuchtstation — in diesen eine bessere Entwicklung der älteren Pflanzen gewährleistet schien. Die Anzucht erfolgte, wie auch bei Versuch 2 in einem mehltau- und rostfreien Gewächshaus. Zur Infektion wurde die sogenannte Schüttelmethode angewendet, wobei neben den Versuchskontrollen immer noch einige Keimpflanzen von Carsten V WW. oder Kraffts Dickkopf WW. zur Überprüfung der Methode mitinfiziert wurden. Die infizierten Pflanzen befanden sich zunächst wieder 24 Stunden in den Torfkästen, die für die erwachsenen Pflanzen durch einen Aufsatz erhöht werden konnten, wobei das Ganze dann mit häufig besprengten, feuchten Zeltplanen und Säcken sorgfältig abgedichtet wurde. Anschließend standen die Versuchsserien offen in einem Gewächshaus, in dem Durchschnittstemperaturen von 18—23° herrschten (vgl. Abschnitt Infektionsmethodik). Aus Raummangel mußten dort die infizierten Stadien beider Rassen aufbewahrt bleiben. Aus diesem Grunde konnten sie hinterher zu Vergleichszwecken nicht weiter herangezogen werden, da dann eine Rassenvermischung unvermeidlich war. Sie konnte leider auch so schon nicht völlig ausgeschaltet werden, wie die teils höher als 0—1 liegenden Bonitierungen der Rasse B auf Sorte 9 H 39 zeigen (Tab. 8).

## 2. Ergebnisse

Eine Zusammenstellung der Bonitierungen aller drei Stadienversuche gibt Tabelle 8. Es wurden hier nur die durch guten Befall der Kontrollen gesichert erscheinenden Werte eingetragen. So wurden die in der Blüte infizierten Pflanzen nicht mehr mit angeführt, weil ein großer Teil der Sorten, darunter die Kontrollen Quax und Pusa 114 zu starke Alters-Chlorosen zeigten, um noch einwandfrei bonitiert zu werden. Die Ziffern der Bonitur geben den Befallsgrad an, sagen also nur aus über die Befallsstärke. Der Typ wurde durch die in der Methodik beschriebenen Abkürzungen c, n bzw. C, N gekennzeichnet. Die Klammer um eine Ziffer soll besagen, daß dieser Befall nur vereinzelt auftrat.

Die Ergebnisse erscheinen nicht eindeutig genug, um weitgehende Schlüsse zu ziehen. Betrachten wir zunächst die ersten acht Sorten, die als Keimpflanzen gegen beide Rassen hochanfällig waren, so kann festgestellt werden, daß sie mit fortgeschrittenem Alter häufiger einen geringeren Befallsgrad und den resistenteren Typ aufweisen. Dies ist besonders deutlich bei den Stämmen $4453_{31}$ und $4172_{80}$, die nach dem Ährenschieben nur noch mäßig bis wenig befallen sind. Auch die Sorte Normandie, die zwar schon in den Jugendstadien eine gewisse Resistenz gegen die verwendeten Rassen aufweist, dabei aber bis zu mäßiger Anfälligkeit schwankt, bleibt vom Schossen an stets hochresistent. Man könnte bei diesen Beispielen von einer „Jugendanfälligkeit" bzw. „Altersresistenz" sprechen (12).

Die Sorte „Grüne Dame" zeigt eine ähnliche Tendenz; auch sie wird nach dem Ährenschieben resistenter. Doch ist zu bemerken, daß der Befall mit Rasse A im V. Stadium bedeutend schwächer ist (0—1) als der mit Rasse B (2—3), obwohl in den früheren Stadien bei dieser Sorte kein Befallsunterschied zwischen den beiden Rassen bestand. Diese r a s s e n s p e z i f i s c h b e g r e n z t e S t a d i e n r e s i s t e n z tritt uns noch deutlicher bei den Sorten Chinese 466 und Stamm $1014_{27}$ entgegen. Beide werden bis zum Ähren-

Tabelle 8

Mehltauprüfung von 13 Sommerweizen in verschiedenen

| Sorten | Heines Kolben | Stamm $4458_{31}$ | Stamm $4172_{30}$ | Grüne Dame | Janetzkis früher Sommerweizen |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Rasse A |
| I. 1-Blatt-Stadium | | | | | |
| Infiziert 13. 5. 1938 | 4 | — | — | — | — |
| „ 16. 5. 1938 | 4 | — | 4 | 4 | 3—4, 4 |
| „ 28. 6. 1938 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4, (3 c) |
| II. 3-Blatt-Stadium | | | | | |
| Infiziert 29. 1. 1938 | 4 | 4 | 4 | 3—4 | 4 |
| „ 27. 5. 1938 | 3—4, 4 | 4 | 4 | 3—4, 4 | 4 |
| „ 11. 7. 1938 | 3 c, 4 | 3, 4 | 2 C, 3 C | 4, 3 | 4 |
| III. Halmschieben | | | | | |
| Infiziert 13. 6. 1938 | 4 | 3 c, 4 | 3, 4[1]) | 4 | 2, 4 |
| „ 19. 7. 1938 | 4 | 3, 4 | 2—3, 4 | 2—3, 4 | 4 |
| IV. Beginn des Ährenschiebens | | | | | |
| Infiziert 18. 8. 1938 | — | — | 4 | 4 | 3—4, 4 |
| V. Kurz nach dem Ährenschieben | | | | | |
| Infiziert 1.—19. 7. 1938 | 4[1]) | 2—3 | 0—1 C | 0—1 | 3 c[1]) |
| | | | | | Rasse B |
| I. 1-Blatt-Stadium | | | | | |
| Infiziert 29. 11. 1937 | 4 | 3—4 | 4 | 4 | 4 |
| „ 8. 4. 1938 | — | 4 | — | — | — |
| „ 16. 5. 1938 | 4 | — | 4 | 4 | 4 |
| „ 26. 6. 1938 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| II. 3-Blatt-Stadium | | | | | |
| Infiziert 25. 4. 1938 | — | 4 | — | — | — |
| „ 31. 5. 1938 | 3, 4 | — | 4 | 4 | 3—4, 2-3 |
| „ 5. 7. 1938 | 2 c, 3 c | 3 C | 4 | 4 | 4 |
| III. Halmschieben | | | | | |
| Infiziert 28. 10. 1937 | 2-3 | 1—2 | 1 | 3 | 1—3[2]) |
| „ 12. 5. 1938 | — | 4 | — | — | — |
| „ 13. 6. 1938 | 4 | — | 4 | 4 | 3 c, 4 |
| „ 19. 7. 1938 | 3 c | 3, 4 | 4, 3 c | 4 | 4 |
| IV. Beginn des Ährenschiebens | | | | | |
| Infiziert 12. 8. 1938 | — | — | 0—1[2]) | — | 2 |
| V. Kurz nach dem Ährenschieben | | | | | |
| Infiziert 21. 6. 1938 | — | 2-3, (4) | — | — | — |
| „ 5.—19. 7. 1938 | 4[1]) | — | 2 | 2—3 C | 4[1]) |

[1]) = jüngere Blätter schwach befallen; [2]) = jüngere Blätter am stärksten befallen;

schieben von beiden Rassen stark befallen. Kurz nach dem Ährenschieben zeigen sie ausgesprochene Resistenz gegen Rasse A, während sie gegen B hochanfällig bleiben. Zu dem gleichen Ergebnis kommt Küderling (34) bei Stadieninfektionen mit verschiedenen Gelbrostrassen: „Bei einigen Sorten wird die Stadienresistenz durch Anfälligkeitsverhalten bestimmten Rostrassen gegenüber unterbrochen."

Die Sorten Blé aurore, Pika und 9 H 39 lassen erkennen, daß rassentypische Befallsunterschiede der Sorten im Keimlingsstadium im Laufe der

Wachstumsstadien (mit den Rassen A und B)

| Chinese 466 | Roter Sommerkolben | Stamm $1014_{27}$ | Blé aurore | Pika | 9 H 39 | Normandie | Hope |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| —<br>4<br>4 | 4<br>—<br>4 | —<br>4<br>4 | 0—1 c<br>—<br>0—1 | 1—2 (4)<br>—<br>1 | —<br>—<br>4 | 1<br>—<br>0—1 | 2—3 C<br>—<br>1—2 Cn (3—4) |
| 4<br>4<br>4 | 4<br>4<br>3 c, 4 | 4<br>4<br>2—3 C | 0—1 (3)<br>0—1<br>1 (0) | 4<br>—<br>3 c, 4 | 4<br>—<br>3 c, 4 | 0—1<br>0—1 C<br>1 (0) | 2—3 C<br>1—2, 2—3 n C<br>1 c (4) |
| 4<br>4 | 1, 2—3<br>4 | 2—3 c<br>3 | 0—1 C<br>0 (1) | 0, 1 (4)<br>0, 1—2 | —<br>4 | 0 c 0—1<br>0 c | 0,1 (4)<br>0—1 C (3) |
| 3, 4 | — | 3—4, 4 | 0 | 0—1 | — | 0—1 | — |
| 0—1 C | 3 | 1 | 0 (1) | 0 (1—2) | — | 0 c | 2—3 |
| | | | | | | | |
| 4<br>—<br>4<br>4 | 4<br>2—3, 3 C<br>—<br>4 | 4<br>—<br>4<br>4 | 3, 4<br>4<br>—<br>4 | 4<br>4<br>—<br>4 | 0 n<br>—<br>—<br>2 Cn | 0 n<br>2—3<br>—<br>3 c | —<br>1—2 C (3—4)<br>—<br>0—1 Cn, 1 c N |
| —<br>4<br>4 | 4<br>4<br>4 | —<br>4<br>4 | 4<br>—<br>3 c | 4<br>—<br>3 C | —<br>—<br>2 Cn | 2—3 n<br>—<br>2 c, 2—3 | 2 C<br>—<br>1, 2 C |
| 4<br>—<br>4<br>4 | 3—4 c<br>3—4, 4<br>—<br>— | 4 (1—2)[3])<br>—<br>4<br>4 | 2—3<br>3—4 c, 4<br>—<br>4 | 4<br>4<br>—<br>4 | 0, 0—1<br>—<br>—<br>2 c | 0<br>2<br>—<br>1 c, 2—3 | 0 (2)<br>1 c, 1—2 c<br>—<br>1 c |
| 4 | — | — | — | — | 0—1 | 0 | — |
| —<br>3, 4 | 4<br>— | —<br>4 | 3 c, 4<br>— | 4<br>— | —<br>— | 0—1 c<br>— | 0—1<br>— |

[3]) = die Nachschosser mit „4" befallen. Erklärung der Bonitierung siehe S. 75.

Entwicklung der Pflanze nicht verändert werden, sondern erhalten bleiben. Der teilweise stärker als 0—1 auftretende Befall von Rasse B auf 9 H 39 muß mit leichten Verunreinigungen dieser Rasse erklärt werden. Die von Mains (39) an der Sorte Hope gemachte Beobachtung, daß sie Mitte des Winters resistenter sei als im späten Frühling, konnte nicht bestätigt werden. Es steht allerdings nicht ganz fest, ob die Versuchssorte mit dem amerikanischen Hope C. I. 8178 identisch ist, da sie ohne C. I.-Nummer geführt wird.

Unsere Sorte Hope zeigte in allen Versuchen und Stadien starke Befallschwankungen, die aber stets den gleichen Grad aufwiesen.

Die im Felde beobachtete Resistenz von Sorten wie Heines Kolben, Janetzkis früher Sommerweizen und Roter Sommerkolben kann mit Stadieninfektionen unter den angegebenen Gewächshausbedingungen nicht erzeugt, noch in ihren Ursachen erklärt werden. Bei ihnen ergibt sich die Resistenzverschiebung wahrscheinlich durch das Zusammenwirken sommerlicher Außenfaktoren; hier sind vor allem der Faktor Temperatur (14, 15, 64) und der Faktor Licht (65) zu nennen.

### F. Prüfung von Kreuzungsnachkommenschaften

Die Kenntnis des Verhaltens von Erysiphe graminis gegenüber einer größeren Zahl von verschiedenen Weizensorten und der Einblick in die physiologische Differenzierung dieses Pilzes, der durch Untersuchung von 50 Pilzherkünften gewonnen wurde, schufen die Voraussetzungen zu Kreuzungsexperimenten, die einerseits zur Prüfung des Erbganges der Resistenz dienen und gleichzeitig für die praktische Züchtung genutzt werden sollten.

Schon häufig wurden in Deutschland in Jahren mit starkem spontanen Mehltaubefall große Schädigungen, besonders auch an Winterweizenschlägen beobachtet, die sich in Qualitäts- und Ertragsverminderungen spürbar machten. Über ihr Ausmaß liegen zwar aus Deutschland keine Zahlenangaben vor; wir bekommen aber einen Eindruck davon aus den aufschlußreichen Daten von Vik (69) aus Norwegen. Auf eine dort verbreitete Sorte (Ås-Weizen) als Standard bezogen wiesen viele Sorten eine Ertragsminderung — allein durch Mehltau — von 30—40% auf! Aus einer Kreuzung resistent × anfällig las dieser Züchter einige widerstandsfähige Linien aus, von denen Linie 076—13 als „Fram 1" und Linie 076—63 als „Fram 2" bei Ertragsprüfungen in Norwegen ausgezeichnete Ergebnisse erzielten. Ihre mittleren Kornerträge in 12 Sortenversuchen lagen 26 bzw. 21% über dem Höchstertrag des anfälligen Ås-Weizen.

Die Bedeutung der Kombinationszüchtung, insbesondere in bezug auf die obligaten Parasiten, wurde schon vor einigen Jahrzehnten von Biffen (2) erkannt. Er stellte auch bereits fest, daß die Resistenz gegen Rost sich nach den Mendel-Regeln vererbt, und zwar fand er in seinen Kreuzungen einfache Aufspaltungen von 3 : 1 bzw. 1 : 2 : 1. Die Prüfungen von Nilsson-Ehle (45) bestätigten die Vererbung nach den Gesetzen von Mendel, ergaben jedoch sehr viel kompliziertere Spaltungsverhältnisse. In den folgenden Jahren bis heute ist die Zahl der Einzelbeobachtungen auf diesem Gebiet ins beinah Unübersehbare angewachsen. Aus ihnen geht hervor, daß die Art der Aufspaltung jeweils von den beiden Kreuzungseltern und von der zur Nachkommenschaftsinfektion verwendeten Pilzrasse abhängt. Den Hauptanteil nehmen die Arbeiten über Vererbung der Resistenz gegen die verschiedenen Roste, Pucc. triticina, Pucc. gram. trit., Pucc. glum. trit., ein; einen geringeren diejenigen über Gerstenmehltau, Erysiphe gram. hordei.

Nur sehr vereinzelt wird von Kreuzungsergebnissen berichtet, deren Ziel Resistenz gegen Erysiphe graminis tritici ist. Zwar liegen verschiedene Feldbeobachtungen von Kreuzungsnachkommenschaften vor (42, 55, 58, 69), die aber aus vorwiegend praktischen Gesichtspunkten angestellt sind und sich nicht zu genetischen Schlußfolgerungen eignen. Mains (39) prüfte jedoch die $F_2$- und auch einige $F_3$-Generationen von einer Reihe von Kreuzungen resistent × anfällig im Keimpflanzenstadium (3.—4. Blatt) unter Gewächshausbedingungen mit bekannter Rasse, deren Befall auf den Elternsorten vorher festgestellt war. Er wies nach, daß die Resistenz der Sorten Norka C. I. 4377 und Red Fern Ott gegen seine „physiologische Form 1" auf einem einfachen dominanten Faktor beruht, die der Sorten Hope C. I. 8178 und Sonora C. I. 4293 auf einem einfachen rezessiven Faktor. Auch

die Aufspaltungen der $F_2$ einer Kreuzung Michigan Amber 29-1-1-1 (resistent) × Chinese C. I. 6223 (anfällig) schien auf einen einfachen rezessiven Faktor hinzudeuten. Vavilov (68) schließt aus seiner umfassenden Kenntnis der einschlägigen Literatur und eigenen Beobachtungen, daß Widerstandsfähigkeit gegen Erysiphe graminis auf einigen dominanten bzw. einigen rezessiven Genen beruht. v. Rosenstiel (55) prüfte das Verhalten von $F_2$-Nachkommenschaften gegen 2 Mehltaupopulationen im Gewächshause; eine Faktorenanalyse war jedoch nicht möglich.

Als Beitrag zu diesem Problem und in Fortsetzung der Arbeiten an der Pflanzenzuchtstation Halle a. d. Saale zur Schaffung mehltaufester Winterweizen, die in ihren sonstigen Qualitäten mit den anfälligen Anbausorten konkurrieren könnten, setzten wir in den Jahren 1936 und 1937 insgesamt 46 Kreuzungen an. Als resistente Eltern wurden benutzt Normandie-Sommerweizen (14 mal), Dixon C. I. 6295 (6 mal), Illinois Nr. 1 Sel. 47 (6 mal), Schwarzer Persischer (12 mal), Khapli Emmer C. I. 4613 (2 mal), ferner in sechs Kreuzungen Hindukusch-Weizen. Letztere büßten an Wert ein, als sich herausstellte, daß die eingekreuzte Sammelnummer nicht einheitlich war. Khapli C. I. 4013, ein Vertreter der Dicoccumgruppe, als Pollenspender bewirkte auf dem einen Winterweizen-Zuchtstamm (vulgare) bei 200 Ähren gar keinen Ansatz, auf dem andern nur 2,5% der bestäubten Blüten. Seine gegen alle Herkünfte gezeigte hohe Resistenz mit einem vulgare Weizen zu kombinieren, ist mit Schwierigkeiten verbunden, die in den Chromosomenverhältnissen begründet sind. Ähnliche Schwierigkeiten zeigten sich auch bei Kreuzungen mit dem „Schwarzen Persischen".

Zunächst von den Botanikern als Trit. vulgare fuliginosum klassifiziert, fiel dieser Sommerweizen in England durch seine absolute Immunität gegen Mehltau auf (nach 67). Die gleiche Feststellung machte Vavilov (67) in Rußland. Es konnte später von Nevskij (44) zytologisch nachgewiesen werden, daß der Persische Weizen zur Reihe der 28 chromosomigen Weizen gehört; er wurde als Triticum persicum Vav. bezeichnet (68). Biffen und Engledow (3) berichten schon über die Verwendung des „Persian Black" (Trit. dicocc.) als resistenten Elter in Kreuzungen mit „Wilhelmina". Die $F_1$-Pflanzen blieben im Felde mehltaufrei (allerdings wurde dies in einem schwachen Mehltaujahr beobachtet). Die Kreuzungen wurden nicht weiter verfolgt, da die $F_2$ keine Pflanzen von wirtschaftlichem Wert enthielt. Auch Vavilov (68) kreuzte den Persischen Weizen ein und stellte Dominanz der Mehltauimmunität fest.

Der Ansatz meiner Kreuzungen mit dem Schwarzen Persischen war befriedigend. Die im Freiland herangezogenen $F_1$-Pflanzen waren jedoch sehr kümmerlich; sie bestockten sich nicht und blieben größtenteils im Ährenschieben stecken. Von einer 1936 angesetzten Kreuzung Stamm $1633_{85}$ (Chinese 166 × Carsten V) × Schwarzer Persischer konnten im folgenden Jahr trotzdem 51 $F_2$-Pflanzen einzeln geerntet werden. Sie wurden Anfang November 1938 im Gewächshaus in kleine Töpfe zu 10 Körnern ausgelegt und im Keimpflanzenstadium mit meiner derzeitig aggressivsten auf Normandie vermehrten Rasse mit dem Pinsel infiziert unter Bedingungen, wie sie im Abschnitt „Infektionsmethodik", S. 73, bereits besprochen wurden. Von den 51 $F_2$-Individuen waren:

4 einheitlich hochresistent,
6 einheitlich hochanfällig,
41 spalteten auf.

Die 41 spaltenden $F_2$-Pflanzen enthielten in der $F_3$:

1288 befallsfreie und hochresistente Nachkommen,
611 hochanfällige Nachkommen und
367 Nachkommen mit dazwischen liegenden mäßigen Befallsgraden bonitiert.

Eine auf ein Mendel-Verhältnis zurückzuführende Spaltung war bei dieser Artkreuzung nicht zu erwarten. Praktisch züchterischen Wert enthalten die insgesamt 1414 hochwiderstandsfähigen $F_3$-Individuen, die nach der Bonitierung Anfang Dezember zur Überwinterung in Frühbeete gebracht wurden.

Bei den übrigen Kreuzungen war der Ansatz gut. Leider ermutigte dies, die Hälfte der erhaltenen Körner aller Kreuzungen zu dem Versuch zu benutzen, die $F_1$ schon im Winter in der Vegetationshalle mit zusätzlicher Beleuchtung heranzuziehen, was aber mißlang. Das restliche Saatgut wurde 1938 im $F_1$-Garten vermehrt. Ein Teil davon wird als Kreuzungsramsch weiter gebaut zur Feldauslese, ein anderer Teil wurde einzelpflanzenweise geerntet und als $F_2$-Keimlinge unter kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus geprüft. Sie wurden mit der „Schüttelmethode" infiziert.

Die bei der Bonitierung zunächst in i, 0, 0—1, 1, 1—2, 2, 2—3 und 4 klassifizierten $F_2$-Pflanzen wurden zur Auswertung in zwei sich deutlich voneinander abhebende Gruppen zusammengefaßt: resistent = die Typen i bis 2—3 einschließend, und hochanfällig = Typ 4. Auf die Schwierigkeiten einer derartigen Zusammenfassung, besonders der mittleren Befallstypen, ist mehrfach hingewiesen worden. So betont Straib (63) aus seinen Erfahrungen über die Genetik der Gelbrostresistenz des Weizens heraus, daß auch im Gewächshaus der Phänotypus durch äußere Einflüsse starken „Fluktuationen" unterworfen sei, die eine Faktorenanalyse erschweren. Von Oláh (46), der durch besondere Versuchsanordnung den Einfluß der Umwelt weitgehend ausschaltet, kommt bei der Prüfung der $F_2$ und $F_3$ mit zwei Gelbrostrassen zu dem Resultat, daß die mittleren Variantenklassen nicht zusammengefaßt werden dürfen, da „intermediäre Typen genotypisch bedingt sein können". Trotzdem hat für die folgenden Ausführungen die Einteilung der Nachkommenschaften in die beiden Gruppen „resistent" und „anfällig" ihre Berechtigung. Es wurde bei den sich von Ende Oktober bis Mitte Dezember erstreckenden Nachkommenschaftsprüfungen neben der hochanfälligen Befallskontrollsorte auch der resistente Elter infiziert. Zwar kam es verschiedentlich vor, obwohl jeweils eine Rasse verwendet wurde, die diesen Elter ursprünglich nicht befallen konnte (0 bis 0—1), daß einzelne Pflanzen schwachen bis mäßigen (2—3) Befall zeigten. Doch kann dies nicht auf Fluktuationen im Sinne von Straib (63) hindeuten, denn der Mehltau — und besonders der des Weizens — ist viel unabhängiger von äußeren Einflüssen als der hochempfindliche Gelbrost. Sondern diese Befallsschwankungen sind auf die leider unvermeidlichen Rassenvermischungen zurückzuführen. Es konnte in solchem Fall die Untersuchung nicht abgebrochen werden, bis durch Einsporlinien oder das „Testsortensieb" die Pilzrasse gereinigt war; denn das täglich ausgelegte Pflanzenmaterial wuchs heran. Der Schnitt zwischen Typ 2—3 und der anfälligen Gruppe war aber stets einwandfrei zu erkennen. Eine von der hochresistenten Gruppe gesonderte Zusammenfassung mittlerer Befallstypen erschien aus den dargelegten Gründen nicht angebracht.

Es wurde die $F_2$ von drei Kreuzungen analysiert, bei denen Illinois Nr. 1 Sel. 47 als Mutter mit Winterweizenzuchtstämmen kombiniert war. Die Sorte Illinois Nr. 1 Sel. 47 ist von Mains (38) als Linie aus der Sorte Illinois Nr. 1 wegen ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Mehltau ausgelesen. In unseren Testsortimentsprüfungen als t 18 erwies sie sich gegen die meisten Herkünfte ebenfalls als hochresistent mit Ausnahme der Normandierasse, von der sie stark befallen wird (vgl. Tab. 6, S. 84).

Zur Infektion der $F_2$-Generation wurde die auf Chul C. I. 2227 gehaltene und vermehrte H $50_{37}$ benutzt, die von Schlichting (61) als Rasse 3 herausgestellt war.

Infektion der $F_2$ von drei Kreuzungen mit Illinois Nr. 1 Sel. 47 als resistenter Elter × hochanfällige Winterweizenzuchtstämme; geprüft mit Rasse 3 aus H $50_{37}$

| ♀ Illinois Nr. 1 Sel. 47 | Σ d. inf. Pflanzen | resistent | anfällig | Verhältnis |
|---|---|---|---|---|
| × ♂ Stamm $1449_{32}$ . . . . | 874 | 701 | 173 | 4,05 : 1 |
| × ♂ Stamm $1020_{31}$ . . . . | 1330 | 1114 | 216 | 5,16 : 1 |
| × ♂ Stamm $3330_{32}$ . . . . | 1280 | 1979 | 301 | 6,57 : 1 |

Die Aufspaltung der $F_2$ läßt erkennen, daß die Resistenz der Sorte Illinois Nr. 1 Sel. 47 gegen die verwendete Mehltaurasse dominiert; jedoch sind hierfür bestimmt mehr als ein Gen verantwortlich.

Ein ganz ähnliches Bild bietet die $F_2$ aus der Kreuzung des hochanfälligen Winterweizenstammes $1020_{31}$ mit dem resistenten Sommerweizen Normandie, die ebenfalls mit Rasse 3 geprüft wurde.

| ♀ Stamm $1020_{31}$ | Σ d. inf. Pflanzen | resistent | anfällig | Verhältnis |
|---|---|---|---|---|
| × ♂ Normandie . . . . . | 4296 | 3714 | 582 | 6,38 : 1 |

Einfacher liegen die Dinge bei zwei Kreuzungen, in denen die hohe Resistenz der Muttersorte Dixon C. I. 6295 mit den Qualitäten zweier hochanfälliger Winterweizenzuchtstämme kombiniert werden soll. Zur Prüfung dieser Nachkommenschaften wurde eine aus Schweden mitgebrachte Mehltauherkunft „Fuchs“ verwendet. Sie hatte den Vorzug, keinerlei Spuren der Rassengruppen, die Dixon C. I. 6295 befallen können, zu enthalten, welche sich inzwischen in einige meiner anderen Herkünfte eingemischt hatten. Ihr Befallsbild ähnelt im wesentlichen dem der letzten auf Tabelle 6 angeführten ganz schwachen Pilzherkünfte, hat aber vorwiegend Typ 0 bis höchstens Typ 1 auf den verschiedenen Testsorten aufzuweisen. Die Bonitierung 0 auf t 15 ließ sie zu den beabsichtigten Untersuchungen gut geeignet erscheinen.

Infektion der $F_2$ von zwei Kreuzungen mit Dixon C. I. 6295 als resistenten Elter × hochanfällige Winterweizenzuchtstämme: geprüft mit Herkunft „Fuchs“ aus Schweden

| ♀ Dixon C. I. 6295 | Σ d. inf. Pflanzen | resistent | anfällig | Verhältnis | P |
|---|---|---|---|---|---|
| × ♂ Stamm $1449_{32}$ . . | 3529 | 2686 | 843 | 3 : 1 | zwischen 0,10—0,20 |
| × ♂ Stamm $1020_{31}$ . . | 4751 | 3513 | 1238 | 3 : 1 | zwischen 0,05—0,10 |

Der Wert P wurde nach der von Hayes (26) in „Methodes of Plant Breeding“ angegebenen $\chi^2$-Methode ermittelt und in der Tabelle von Fisher (10) aufgesucht. Die Berechnung soll hier für die erste Kreuzung kurz angeführt werden.

Dixon C. I. 6295 × Stamm $1449_{32}$

| | beobachtet | erwartet | b—e | $\frac{(b-e)^2}{e}$ | $\chi^2$ | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2686 | 2646,75 | + 39,25 | 0,582 | 2,328 | zwischen 0,10—0,20 |
| 1 | 843 | 882,25 | — 39,25 | 1,746 | | |

Das Spaltungsverhältnis von 3 : 1 für diese beiden Kreuzungen kann hiermit als gesichert angesehen werden, da der Wert P höher als 0,05 liegt.

## III. Zusammenfassung

A. Auf Grund eigener Beobachtungen der für den Weizenmehltau, *Erysiphe graminis tritici*, günstigsten Infektions- und Wachstumsbedingungen

und der Erfahrungen anderer Autoren auf diesem oder ähnlichem Gebiet wurde eine sichere Methode zur künstlichen Infektion von Weizenpflanzen im Gewächshaus ausgearbeitet; ferner eine Skala (von i—4) zur Beurteilung des Befalls näher erläutert.

B. Über 800 verschiedene Sorten bzw. Zuchtnummern von Winter- und Sommerweizen wurden im Gewächshaus als Keimpflanzen auf ihr Mehltauverhalten geprüft. Dabei ergab sich, daß in den zahlreichen Winterweizensorten und dem Kreuzungsmaterial der Pflanzenzuchtstation Halle so gut wie keine Resistenz gegen die verwendeten Pilzrassen (A und B) vorhanden ist, mit Ausnahme der Sorte Oro × Fulhard (aus Minnesota USA.) und des Stammes 707/37 von Vilmorin (Frankreich). Dagegen wurden zahlreiche resistente Einzelpflanzen aus den Sammelnummern der Deutschen Hindukusch-Expedition ausgelesen, deren Nachkommenschaften jedoch in den harten Wintern 1938/39 und 1939/40 nicht winterfest waren.

Beim Sommerweizen fanden sich sowohl in den Hallischen Sortimenten als auch im Material der Deutschen Hindukusch-Expedition häufiger resistente Sorten und Einzelpflanzen.

C. Es wurden 43 Sorten zu einem vorläufigen Testsortiment zusammengestellt, das zur Unterscheidung von physiologischen Rassen des Pilzes dienen sollte. Dieses Testsortiment konnte im Zuge der Arbeit auf 16 Sorten eingeengt werden.

D. Auf den 43 Sorten wurden mehr als 50 Pilzherkünfte geprüft und eine weitgehende physiologische Spezialisierung des Weizenmehltaues festgestellt. 22 Pilzpopulationen, in denen je eine typische Rasse vorherrscht, wurden auf 16 Testsorten einwandfrei unterschieden.

E. An Bonitierungsunterschieden zwischen dem Befall der Keimpflanzen im Gewächshaus und dem der älteren Pflanzen im Felde wurde Feldresistenz beobachtet. Die daraufhin angestellten Stadienversuche mit 13 Sorten ergaben, daß

a) einige Sorten „Altersresistenz“ aufweisen,

b) diese Resistenz der Sorte im älteren Stadium rassenspezifisch begrenzt sein kann,

c) an Keimpflanzen auftretende rassentypische Befallsunterschiede in allen späteren Stadien in gleicher Weise erhalten bleiben,

d) die im Felde beobachtete Resistenz gewisser Sorten nicht durch das Stadium allein erklärt werden kann.

F. 46 Kreuzungen wurden angesetzt, um Resistenz mit anderen züchterischen Werteigenschaften zu kombinieren. Der Erbgang der Resistenz wurde an der $F_2$ von 6 Kreuzungen beobachtet. Sie zeigte sich in allen Fällen dominant. Während für 2 Kreuzungen mit der mehltauresistenten Sorten Dixon C. I. 6295 deutlich monomere Spaltung nachgewiesen werden konnte, wurden in 4 anderen Kreuzungen nämlich mit Illinois Nr. 1 Sel. 47 und mit dem französischen Weizen Normandie in $F_2$-Spaltungen 4—6,5 resistente : 1 anfällig beobachtet. Eine Faktorenanalyse kann hierfür noch nicht gegeben werden.

## Schriftennachweis


1. Aamodt, O. S., Breeding wheat for resistance to physiologic forms of stem rust. J. Amer. Soc. Agron. 19, 206—218, 1927.
2. Biffen, R. H., Studies in the inheritance of disease resistance. J. Agr. Sci. 2, 109—128, 1907.
3. Biffen, R. H., u. Engledow, F. L., Wheat breeding investigations at the Plant Breeding Institute, Cambridge. Min. of Agr. Res. Monogoraph. 4, 1--114, 1926.
4. Calniceanu, C., Beiträge zur Resistenzzüchtung des Weizens gegen Puccinia triticina. Kühn-Archiv 37, 59—90, 1933.
5. Cobb, N. A., Contributions to an economic knowledge of Australian rusts (Uredineae). Agr. Gaz. N. S. Wales 3, 44—68; 181—212, 1892.
6. Corneli, E., Temperatures of germination of fungal spores in relation to infection of the hosts. ref. Rev. appl. Mycology 13, 719, 1934.
7. Corner, E. J. H., Observations on resistance to powdery mildews. New Phytologist 34, 180—200, 1935.
8. Erikson, J., u. Henning, E., Die Getreideroste. Stockholm 1896.
9. Fischer, E., u. Gäumann, E., Biologie der pflanzenbewohnenden parasitischen Pilze. Jena, G. Fischer, 1929.
10. Fisher, R. A., Statistical Methods for Research Workers. 4. Edit. Oliver u. Boyd. Edinburgh-London 1934.
11. Freisleben, R., Die Gersten der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935. Kühn-Archiv 54, 295—368. 1940.
12. Gaßner, G., Über die Verschiebung der Rostresistenz während der Entwicklung der Getreidepflanzen. Phytopath. Z. 4. 549—596, 1932.
13. Gaßner, G., u. Straib, W., Die Bestimmung der biologischen Rassen des Weizengelbrostes (Puccinia glumarum f. sp. tritici [Schmidt] Erikss. u. Henn.). Arb. d. Biol. Reichsanst. 20, 141—163, 1933.
14. Gaßner, G., u. Kirchhoff, H., Einige vergleichende Versuche über Verschiebungen der Rostresistenz in Abhängigkeit vom Entwicklungszustand der Getreidepflanzen. Phytopath. Z. 7, 43—52, 1934.
15. Gaßner, G., u. Straib, W., Experimentelle Untersuchungen zur Epidemiologie des Gelbrostes (Pucc. glum. [Schm.] Erikss. u. Henn.). Phytopath. Z. 7, 285—302, 1934.
16. Goulden, C. H., Neatby, K. W., u. Welsh, J. N., The inheritance of resistance to Puccinia graminis tritici in a cross between two varieties of Triticum vulgare. Phytopathology 18, 631—658, 1927.
17. Goulden, C. H., Newton, M., u Brown, A. M., The reaction of wheat varieties at two stages of maturity to sixteen physiologic forms of Puccinia graminis tritici. Sci. Agr. 11, 9—25, 1930.
18. Graf-Marin, A., Studies on powdery mildew of cereals. Cornell University, Agr. Exp. Sta. Memoir 157, 3—48, 1934.
19. Hammarlund, C., Zur Genetik, Biologie und Physiologie einiger Erysiphaceen. Hereditas 6, 1—126, 1925.
20. Hanna, W. F., The dry-needle method of making monosporous cultures of hymenomycetes and other fungi Ann. of Bot. 38, 791—795, 1924.
21. — — A simple apparatus for isolating single spores. Phytophathology 18, 1017—1021, 1928.
22. Harrington, J. B., u. Smith, W. K., The reaction of wheat plants at two stages of growth to stem rust. Sci. Agr. 8, 712—725, 1928.
23. Hart, H., Relation of stomatal behaviour to stem rust resistance of wheat. J. Agr. Res. 39, 929—948, 1929.
24. — — Morphologic and physiologic studies on stem-rust resistance in cereals. U. S. Dep. Agr. Washington, Techn. Bull. 266, 1—75, 1931.
25. Hayes, H. K., Stakman, E. C., u. Aamodt, O. S., Inheritance in wheat of resistance to black stem rust. Phytopathology 15, 371—387, 1925.
26. Hayes, H. K., Methods of Plant Breeding. Nanking. Nat. Agr. Res. Bureau 1937.
27. Honecker, L., Über die Modifizierbarkeit des Befalles und das Auftreten verschiedener physiologischer Formen beim Mehltau der Gerste, Erysiphe graminis hordei Marchal. Z. f. Züchtung, A. Pflanzenzüchtung 19, 577—602, 1934.
28. Honecker, L., Die Bestimmung der physiologischen Rassen des Gerstenmehltaues (Erysiphe graminis hordei Marchal). Phytopath. Z. 10, 197—222, 1937.
29. — — Über die physiologische Spezialisierung des Gerstenmehltaues als Grundlage für die Immunitätszüchtung. Züchter 10, 169—181, 1938.
30. Hursh, C. R., Morphological and physiological studies on the resistance of wheat to Puccinia graminis tritici Erikss. and Henn. J. Agr. Res. 27, 381—412, 1924.

31. Isenbeck, K., Vererbungsstudien an einigen Weizenkreuzungen in bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegen Puccinia glumarum tritici und Puccinia triticina. Z. f. Züchtung, A. Pflanzenzücht. **16**, 82—104, 1931.
32. — — Züchtung auf Feldresistenz beim Gelbrost des Weizens. Züchter **6**, 221—228, 1934.
33. Johnston, C. O., u. Melchers, L. F., Greenhouse studies on the relation of age of wheat plants to infection by Puccinia triticina. J. Agr. Res. **38**, 147—157, 1929.
34. Küderling, O. E., Untersuchungen über die Feldresistenz einzelner Weizensorten gegen Puccinia glumarum tritici. Z. f. Züchtung, A. Pflanzenzüchtg. **21**, 1—40, 1936.
35. Lange de la Camp, M., Die Weizen der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935. Landw. Jahrb. **88**, 12—133, 1939.
36. Mackie, J. R., Localisation of resistance to powdery mildew in the barley plant. Phytopathology **18**, 901—910, 1928.
37. Mains, E. B., u. Dietz, S. M., Physiologie forms of barley mildew Erysiphe graminis hordei Marchal. Phytopathology **20**, 229—239, 1930.
38. Mains, E. B., Host Specialization of Erys. graminis trit. Proc. Nat. Acad. Sci. **19**, 49—53, 1933.
39. — — Inheritance of resistance to powdery mildew, Erysiphe graminis tritici, in wheat. Phytopathology **24**, 1257—1261, 1934.
40. Marchal, M. E., De la spécialisation du parasitisme chez l'Erysiphe graminis. Comptes Rendues **135**, 210—212, 1902.
41. — — De la spécialisation du parasitisme chez l'Erysiphe graminis D. C. Comptes Rendues **136**, 1280—1281, 1903.
42. Neatby, K. W., Factor relations in wheat for resistance to Puccinia gram. trit., Puccinia glumarum and Erysiphe gram. Phytopathology **26**, 360—374, 1936.
43. Neger, F. W., Beiträge zur Biologie der Erysipheen. Flora **90**, 221—272, 1902.
44. Nevskij nach Vavilov, Beiträge zur Frage über die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Getreide gegen parasitische Pilze. Arb. d. Versuchsstat. f. Pflanzenzüchtg. am Mosk. Ldw. Inst. 1, 1913.
45. Nilsson-Ehle, H., Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. II. Acta Universitas Lundensis **7** (N. F.), 1—84, 1911.
46. Oláh, L. v., Über die Vererbung der Gelbrostresistenz bei verschiedenen Weizensorten. Z. f. Züchtung, A. **22**, 45—74, 1938.
47. Peterson, R. F., Stomatal behaviour in relation to the breeding of wheat for resistance to stem-rust. Sci. Agr. **12**, 155—173, 1931.
48. Popp, W., A preliminary study of the reactions to stem rust of certain wheat varieties in different stages of development. Proc. World's Grain Exhib. Conf. Regina **11**, 238, 1935.
49. Radulescu, E., Beiträge zur Kenntnis der Feldresistenz des Weizens gegen Pucc. glum. tritici. Planta **20**, 244—286, 1933.
50. Reed, G. M., Infection experiments with the powdery mildew of wheat. Phytopathology **2**, 81—86, 1912.
51. Roemer, Th., u. Kamlah, H., Gibt es eine selektive Wirkung der Wirtspflanze (Weizen) auf den Pilz (Ustilago)? Phytopath. Z. **5**, 1—58, 1932.
52. Roemer, Th., u. Bartholly, R., Die Aggressivität verschiedener Steinbrandherkünfte (Tilletia tritici Bjerk. Wint.) und ihre Veränderung durch die Wirtssorte. Phytopath. Z. **6**, 469—506, 1933.
53. Roemer, Th., Immunitätszüchtung. Eine zusammenfassende Darstellung 14jähriger Arbeiten aus dem Gebiete der Biologie (1920—1933). Flora **28** (N. F.), 145—196, 1933.
54. Roemer, Th., Fuchs, W. H., u. Isenbeck, K., Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Berlin, Paul Parey, 1938.
55. Rosenstiel, K. v., Untersuchungen über den Weizenmehltau Erysiphe gram. trit. (D. C.), seine physiologische Spezialisierung sowie die züchterischen Möglichkeiten seiner Bekämpfung. Vorläufige Mitteilung. Züchter **10**, 247—255, 1938.
56. Rudorf, W., Methoden künstlicher Rostinfektionsversuche zur Auffindung widerstandsfähiger Sorten und vorläufige Ergebnisse von Braunrostinfektionen auf etwa 140 Winter- und Sommerweizensorten. Pflanzenbau **4**, 36—39, 1927/28.
57. — — Beiträge zur Immunitätszüchtung gegen Puccinia glumarum tritici (Streifenrost des Weizens). Phytopath. Z. **1**, 465—525, 1929.
58. Rudorf, W., u. Rosenstiel, K. v., Nachklänge unserer weizenzüchterischen Arbeiten am Rio de la Plata. Archivo fitotécnico del Uruguay **2**, 392, 1937.
59. Salmon, E. S., Further cultural experiments with „Biologic Forms" of the Erysiphaceae. Ann. of. Bot. **19**, 135—148, 1905.

60. Sapehin, A. A., Die züchterische Bedeutung der Verkürzung der Vegetationsperiode nach T. D. Lyssenko. Züchter **4**, 147—151, 1932.
61. Schlichting, J., Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung des Weizenmehltaus, Erysiphe graminis tritici, in Deutschland. Kühn-Archiv **48**, 52—55, 1938.
62. Schröder, H., Untersuchungen an Triticum sativum über seine Widerstandsfähigkeit gegen Puccinia glumarum unter besonderer Berücksichtigung der Anatomie des Weizenblattes. Landw. Jahrb. **65**, 461—487, 1927.
63. Straib, W., Untersuchungen zur Genetik der Gelbrostresistenz des Weizens. Phytopath. Z. **7**, 427—520, 1934.
64. — — Der Einfluß des Entwicklungsstadiums und der Temperatur auf das Gelbrostverhalten des Weizens. Phytopath. Z. **12**, 113—168, 1939.
65. Trelease, S. F., u. Trelease, H. M., Susceptibility of wheat to mildew as influenced by carbohydrate supply. Bull. Torrey Bot. Club **56**, 65—92, 1929—1930.
66. Vavilov, N. J., Beiträge zur Frage über die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Getreide gegen parasitische Pilze. Arb. d. Versuchsstat. f. Pflanzenzüchtung am Mosk. Landw. Inst. 1, 1913.
67. — — Immunität der Pflanzen gegen Infektionskrankheiten. Mitt. d. Petrovsk. Landw. Akad., 1—240, 1919.
68. — — Handbuch für Pflanzenzüchtung, Bd. 1 u. 2, russ. Leningrad 1936.
69. Vik, K., Resistenz gegen Mehltau bei Sommerweizen. Meldinger fra Norges Landbrukshoisk **17**, 435—494, 1937.
70. Vohl, H., Untersuchungen über den Braunrost des Weizens, Puccinia triticina Erikss. Z. f. Züchtung, A. Pflanzenzüchtg. **22**, 233—270, 1938.

Aus der Kartoffelzuchtanstalt in Slap bei Tabor

# Serologie bei Kartoffelzüchtung

Von

**Eugen Jermoljev**

(Mit 2 Abbildungen)

Die Hauptmittel im Kampf gegen Viruskrankheiten sind: negative Auslese der kranken Stauden im Felde und Bespritzung des Kartoffelkrautes mit Insektengiften.

Der Züchter darf sich nicht nur auf diese Mittel beschränken, weil sie nicht die vollständige Bekämpfung der Krankheiten bewirken. Immer wird es noch viele Stauden geben, in denen die Viruskrankheiten maskiert sind. Darum wurde schon seit langer Zeit nach einer Methode gesucht, durch die Viruskrankheiten schon an Knollen im Winter noch vor dem Auslegen der Kartoffel im Frühjahr festgestellt werden können. Nach Enttäuschung bei Anwendung verschiedener Methoden, die einen Zusammenhang zwischen Viruskrankheiten einerseits und physikalischen und biochemischen Störungen in den Kartoffelpflanzen anderseits auszunützen beabsichtigten, stellte die Kartoffelzuchtanstalt in Slap die biologische Glashausmethode der Amerikaner, von E. Köhler vervollkommnet, als die geeignetste fest. Im Glashause zeigen sich die Viruskrankheiten viel deutlicher als im Felde. Darum ist die negative Auslese im Glashause erfolgreicher. Aber auch im Glashause sind nicht alle Viruskrankheiten verläßlich zu erkennen; die latenten Krankheiten und die mit undeutlich ausgeprägten Symptomen werden vom Auge des Züchters kaum oder nicht wahrgenommen. Sie bleiben daher als Ballast bei der weiteren Züchtung. Im Bestreben eine präzisere und einfachere Methode zu finden, arbeitete die Anstalt im vorigen Jahre die serologische Methode aus. (Jermoljev, Hruschka: „Serologische Methode zur Feststellung der Kartoffelviruskrankheiten." „Der Kartoffelbau" 1939, Nr. 11.)

Zur Immunisierung der Kaninchen gebrauchen wir den Saft der Kartoffelpflanzen. Am Anfang immunisieren wir die Kaninchen mit dem Safte der gesunden Pflanzen. Dadurch rufen wir in ihrem Blute die Produktion der dem Eiweißstoffe der Kartoffelpflanze entsprechenden Antikörper hervor. Serum aus diesen Kaninchen benutzen wir nach Dunin zur Niederschlagung der Eiweißstoffe im Saft der durch Mosaikviren infizierten Kartoffelpflanzen. Viruseiweißstoffe bleiben unangegriffen. Nach Niederschlagung und späterer Filtration durch Entkeimungsfilter gebrauchen wir das Filtrat als Antigen, zur Immunisierung einer neuen Serie der Kaninchen. Diese produzieren jetzt nur Antikörper, die den betreffenden Viren entsprechen. Das gewonnene Serum, diagnostisches Serum, benutzen wir zur Feststellung der Kartoffelmosaikkrankheiten.

Entweder aus dem Blatte oder dem Keime oder auch aus dem Auge der Knolle, die sich noch in Ruhe befindet, pressen wir durch Gaze mit Pean Zange in das Zentrifugalglas 2—3 Tropfen des Saftes, dann verdünnen wir diesen im Verhältniss 1 : 1 bis 4 mit physiologischer Lösung oder mit Kaliumsulfatlösung entsprechender Konzentration und zentrifugieren kurz mit 3500 Umdrehungen in 1 Minute.

1 Tropfen des Zentrifugats bringen wir auf den Objektträger und darauf 1 Tropfen des diagnostischen Serums; wir mischen beide Tropfen mit einem Glasstabe und beobachten nach 10—30 Minuten unter dem Mikroskop. Die Beobachtung muß in einem durch sternförmige Blendung verdunkelten Felde durchgeführt werden. Wir benutzen dazu das Objektiv Nr. 3 und das Okular Nr. II.

Wenn der Kartoffelsaft das entsprechende Virus enthält, bildet sich ein flockenartiges Präzipitat (Abb. 1). Ist der Saft mit Virus nicht infiziert, bleibt er gleichmäßig körnig (Abb. 2). Bei Beobachtung empfiehlt es sich,

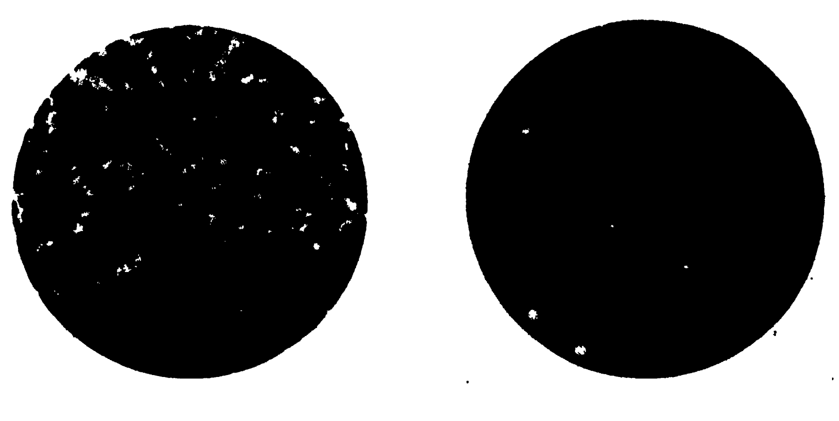


Abb. 1 Abb. 2

das Mikroskop ein wenig zu neigen, und wieder aufrecht zu stellen, damit der Saft langsam strömt.

Die Anstalt hält zu Studienzwecken vorrätig: differenzierte diagnostische Sera gegen X- und auch Y-Virus und polyvalentes Serum, das alle Mosaikviren und auch Y-Virus feststellt.

Diese Methode verbürgt eine sichere Feststellung der Mosaikkrankheiten auf den Knollen in der Winterruheperiode, benötigt keine besonderen Glashauseinrichtungen und kann auch von einem Laien gut durchgeführt werden. Nach Chester haben die Antigeneigenschaften folgende Kartoffelviren: X-Virus (mottle, ring spot, spot necrosis, latent Virus), Y-Virus (veinbandig, stipple-streak), aucuba-Mosaik und mild-Mosaik. Diese Viren rufen im Blute der Tiere eine Bildung der Antikörper hervor. Dadurch wird die Bereitung eines betreffenden diagnostischen Serums ermöglicht. Zwar ist es bis jetzt noch nicht gelungen, die Antikörperbildung bei folgenden Viren hervorzurufen: Blattrollkrankheit, calico, Spindelförmigkeit der Knollen und bei einigen Viren der anderen Kulturpflanzen, wie Mosaik bei Bohne, Zuckerrohr, Rüben, Sellerie, Kreuzblütern u. a. Die Ursache, weswegen diese Viren keine Antigeneigenschaften haben, ist bisher unbekannt. Es scheint, daß Virus inaktiviert wird entweder durch Luftoxydation oder durch die Berührung mit dem Saft der Pflanze bei ihrem Zerquetschen, oder daß die Inaktivierung sich erst im Tierblute vollzieht. Es sind ja doch serologisch

inaktive Viren weniger stabil und mechanisch schwer oder überhaupt nicht übertragbar. Die Temperatur ihrer Inaktivierung ist gewöhnlich niedriger als 55° C. Dagegen verhalten sich serologisch aktive Viren stabil, die Temperatur ihrer Inaktivierung pflegt über 55° C zu sein. Sie lassen sich mühelos mechanisch übertragen, manchmal sogar in großer Verdünnung.

Obwohl es noch nicht gelungen ist, ein diagnostisches Serum bei einigen serologisch inaktiven Viren darzustellen, von denen bei uns in ihrer Schädlichkeit ohne Zweifel die Kartoffelblattrollkrankheit an erster Stelle steht, gibt es doch noch eine ganze Anzahl von Viren, hauptsächlich Mosaik-Viren, die sich mittels des diagnostischen Serums feststellen lassen.

Für den Züchter hat polyvalentes Serum besondere Bedeutung, da mit diesem sehr viele Krankheiten erfaßt werden können. Darum ist es sehr wichtig, bei der Herstellung eines solchen eine Sammlung der serologisch aktiven Virosen von möglichst verschiedenen Sorten und aus verschiedenen Gegenden an der Hand zu haben, um verschiedene Gruppen und Stämme der Kartoffelviren zu erfassen.

Zur Feststellung, inwieweit und welchem Umfange gezüchtete Kartoffelsorten von Viruskrankheiten befallen sind, wurde nachstehend beschriebene Analyse vorgenommen.

Es werden einige Zuchtsorten und eine Landsorte (Hörnchen) auf Anwesenheit der X- und Y-Viren mit dem polyvalenten Serum geprüft. Hierzu dienten die Individualauslesen. Aus jeder Auslese wurde je eine Knolle behandelt, aus der ein Auge herausgeschnitten und im Topf angezogen wurde. Zur Prüfung wurden grüne Blätter von den so herangezogenen Pflanzen verwendet.

Individuell sind beste und gesunde Kartoffelstauden auszulesen, sie werden schon während der Vegetation mit Pfählen gekennzeichnet, und, falls sie den Forderungen des Züchters entsprechen, für Laboratoriumsuntersuchung aufbewahrt. Die serologische Analyse erweist, daß scheinbar gesunde Pflanzen in Wirklichkeit Virusinfektion zu haben pflegen.

Prüfung der Kartoffelpflanzen mit dem polyvalenten Serum

| Sorte | Gesunde % | Verdächtige % | Kranke % |
|---|---|---|---|
| Integra | 82 | 10 | 8 |
| Parnassia | 48 | 26 | 26 |
| Robinia | 47 | 1 | 42 |
| Helena | 45 | 42 | 13 |
| Industrie | 9 | 17 | 74 |
| Hörnchen | — | 80 | 20 |
| Hybride: Nr. 1 | 57 | 14 | 29 |
| „ Nr. 2 | 53 | 7 | 40 |
| „ Nr. 3 | 52 | 41 | 7 |
| „ Nr. 4 | 50 | 50 | — |
| „ Nr. 5 | 45 | 17 | 38 |
| „ Nr. 6 | 8 | — | 92 |

Bei Sorten, die ungefähr zur Hälfte durch Viren infiziert sind, ist eine „Genesung" leicht herbeizuführen. Bei stärker infizierten Sorten, wie zum Beispiel bei Industrie oder Hybride Nr. 6 ist das schon schwieriger. Mit total infizierten Hörnchen kann man jedoch keine Erfolge erzielen.

Manche Autoren (Whitehead) sehen keine Gefahr durch latente Viren, weil diese die Erträge nicht beeinträchtigen, ja sogar die Gefahr der Infektion durch einige andere Viren ausschließen. Es gibt irgendeine „Infektionsimmunität", die darauf beruht, daß eine durch einen bestimmten Virusstamm infizierte Pflanze der Infektion anderer Stämme desselben Virus widersteht.

Köhler hat zum Beispiel gefunden, daß 2 X-Gruppen: $X_1$ und $X_2$ existieren. Die erste Gruppe entspricht dem Virus „mottle", die zweite dem Virus „ring spot". Der Virusstamm der ersten Gruppe schützt gegen die Infektion mit einem anderen Virusstamm derselben Gruppe, aber schützt nicht gegen andere Gruppe.

Ist das Virus im latenten Zustande, bietet es immer eine Möglichkeit der Äußerung der Krankheit entweder durch Infektion mit dem stärkeren Stamm desselben Virus oder durch Beimischung eines anderen Virus.

Vornehmlich X-Virus erscheint oft in der Pflanze im latenten Zustande. Gesellt sich ihm das Y-Virus zu, entsteht fast immer eine schwere Erkrankung. Es gibt wenige Sorten wie z. B. die amerikanische Sorte „Katahdin", bei denen die Mischung X- und Y-Viren maskiert werden kann.

Die Prüfung der Knollen mit der serologischen Methode ist am Anfang der Züchtung durchzuführen: 1. Bei der Erhaltungszüchtung gelegentlich der Individualauslesen und 2. bei Hybriden in der ersten Generation.

Die Knollen, die keine positive Reaktion an Viruskrankheiten zeigen, sind noch auf Gesundheitszustand im Glashause nach Köhler zu prüfen, um die Blattrollkrankheit und gegebenenfalls auch ökologische Depression zu erfassen.

Die serologische Methode in einer engen Verbindung mit der Glashausmethode erlaubt dem Züchter sein Zuchtmaterial noch am Anfang der Züchtung fast von allen Viren zu reinigen. Wenn der Züchter dieses gesunde Material von der Infektion im Felde (durch Isolation, Bespritzung gegen Blattläuse, Anbau in höheren Lagen) schützt, wird er bedeutend gesündere und ertragreichere Zuchtsorten gewinnen können.

Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Erwin Baur-Institut, Müncheberg (Mark)

# Neuere Beobachtungen über den Photoperiodismus

Von

**W. Rudorf** und **O. Schröck**

(Mit 11 Abbildungen)

## I. Über das Zusammenwirken von Temperatur und Photoperiodismus

Die Bedeutung des Temperaturfaktors im Phasenablauf der Pflanzen wurde zuerst für die winterannuellen Arten erkannt (8, 15, 16 u. a.). Später hat sich gezeigt, daß die Temperatur auch bei den Sommerannuellen von großer Wichtigkeit für den Entwicklungsverlauf ist. Lysenko (16) wies nach, daß wärmeanspruchsvolle Pflanzen durch Wärmebehandlung während der Keimung sozusagen einen Vorschuß des Wärmebedarfs für die spätere Entwicklung erhalten und im Blühen und Reifen stark beschleunigt werden können. Rudorf, Stelzner und Hartisch (25) konnten die Ergebnisse des russischen Autors an Soja und anderen wärmeliebenden Arten (Mais, Sudangras, Buschbohne, Buchweizen und Spörgel) bestätigen. Weitere Untersuchungen brachten das Ergebnis, daß sommerannuelle Arten in solche aufgeteilt werden können, bei denen Wärmebehandlung während der Keimung eine Beschleunigung bewirkt, und andere, bei denen niedrige Temperaturen dazu imstande sind (11, 24). Eine sehr intensive Forschung der letzten Jahre hat wahrscheinlich gemacht, daß besondere Wirkstoffe, deren Bildung nur unter für jede Art spezifischen Bedingungen zustande kommt, den Entwicklungsablauf steuern. Es ist nun von großer Bedeutung zu untersuchen, welche Rolle Temperatur und Photoperiodismus bei der Entstehung der Wirkstoffe spielen. In den hier berichteten Untersuchungen sollten insbesondere die Fragen geklärt werden: 1. welche Entwicklungsbeschleunigung der Temperaturfaktor allein bei Kurztag und Langtag zu bewirken vermag im Vergleich mit der photoperiodischen Reaktion und 2. in welcher Weise die Photoperiode in ihrer Wirksamkeit von der Temperatur abhängig ist.

Versuchsmethodik.

Die in dem nachfolgenden Abschnitt zu behandelnden Ergebnisse sind mit Hilfe der photoperiodischen Nachwirkung erzielt worden. Die photoperiodische Behandlung hat teils im Freiland, teils im Gewächshaus stattgefunden. Im Freiland wurden die Versuche derart durchgeführt, daß ein Teil der Pflanzen einer Parzelle vom Auflaufen an 21 Tage durch Abdunkeln mit Triebkästen, welche lichtdicht gemacht worden waren, eine Licht-Dunkelperiode von je 12 Stunden erhielten. Nach dieser Behandlung wuchsen die Pflanzen unter gleichen Bedingungen wie die nicht behandelten auf, und die

Blühbeschleunigung wurde durch die Beobachtung der ersten Blüten festgelegt.

Bei den Gewächshausversuchen fand die Anzucht in Töpfen statt, und die photoperiodische Behandlung wurde in zwei verschiedenen mit einer Klimaanlage versehenen Gewächshäusern bei unterschiedlicher Temperatur durchgeführt. Die Pflanzen waren in den beiden jeweils nach Süden gelegenen Abteilungen dieser Häuser an entsprechenden Stellen aufgestellt, um Unterschiede in der Lichtintensität und -qualität möglichst auszuschalten.

Der Temperaturverlauf in den Häusern während der Versuchsdauer in den Jahren 1938 und 1939 ist aus der graphischen Abbildung (Abb. 1) zu ersehen. Es sind hier die täglichen Temperaturdifferenzen zwischen dem wärmeren Haus (kurz mit IV bezeichnet) und dem kühleren Haus (I) aufgetragen. Es zeigt sich, daß die Temperaturdifferenzen im Jahre 1938 größer als im Jahre 1939 waren, da 1939 leider (zu Beginn der Versuche) die Kühlanlage der Häuser nicht in Ordnung war. Die Angaben über die durchschnittlichen mittleren Tagestemperaturen, die Tagesmaxima und Nachtminima während und nach der Behandlung sind in Tabelle 1 enthalten. In der graphischen Darstellung des Temperaturverlaufs (Abb. 1) gibt die unterbrochene Linie den Zeitpunkt der Beendigung der photoperiodischen Behandlung an.

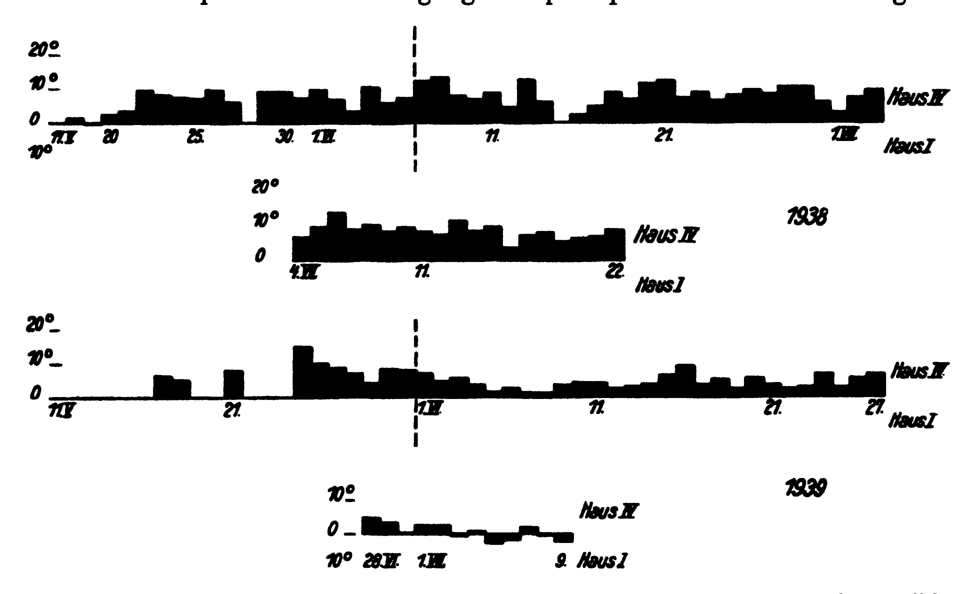



Abb. 1. Temperaturunterschiede der Häuser I und IV (1938 und 1939), berechnet nach der mittleren täglichen Temperatur.

| = Ende der Kurztagbehandlung

Tabelle 1

| Haus | Jahr | Durchschnittl. Tagestemperatur während der Behandlung | Durchschnittl. Tagestemperatur nach der Behandlung | Durchschnittl. Tagesmaxima während der Behandlung | Durchschnittl. Tagesmaxima nach der Behandlung | Durchschnittl. Nachtminima während der Behandlung | Durchschnittl. Nachtminima nach der Behandlung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1938 | 16,4° | 18,8° | 21,8° | 23,7° | 13.0° | 14,9° |
| | 1939 | 15,8° | 27,8° | 23,0° | 24,4° | 10.9° | 13;7° |
| IV | 1938 | 22,8° | 18,4° | 28,4° | 35.1° | 20,4° | 24,0° |
| | 1939 | 23,8° | 21,5° | 29,6° | 27,6° | 21.9° | 18,9° |

Die für die Untersuchung verwendeten Sojasorten (Manitoba Brown =7 90, Soja 54616—AI aus USA. = 741 und eine Auslese aus einer mandschurischen Herkunft = 449), sowie $F_8$-Familien der Buschbohnen-Kreuzung Konservanda × Langhülsige Neger (18b, 18c, 19c) und Konservanda × Reis-Perl-Busch (44b) wurden in 8 Serien von mindestens je 10 Pflanzen in den beiden Häusern aufgestellt. Die Serien 1 und 5 standen unter Langtagbedingungen (durchschn. 16 Std. 10 Min.) in Haus I (La I) bzw. Haus IV (La IV). Die Serien 2 und 6 wuchsen 21 Tage lang nach dem Aufgang bei einem verkürzten Tag von 10 Std. 30 Min. (Ku I, Ku IV). Die Serien 3 und 7 und 4 und 8 wuchsen zunächst 21 Tage lang unter Lang-, bzw. Kurztag in den entsprechenden Häusern auf und wurden nach Beendigung der photoperiodischen Behandlung in das entsprechende Haus mit der höheren bzw. niedrigeren Temperatur gebracht (La I/IV, La IV/I, Ku I IV, Ku IV/I).

## Ergebnisse.

In den Jahren 1936 und 1937 wurden photoperiodische Untersuchungen an 148 Sojabohnensorten im Freiland durchgeführt. Der Temperaturverlauf während der photoperiodischen Behandlung ist nach Pentaden zusammengefaßt und in Abb. 2 graphisch dargestellt. Es war uns aufgefallen, daß die photoperiodische Nachwirkung im Jahre 1936 sehr viel geringer war als im Jahre 1937. Im Durchschnitt betrug die Blühbeschleunigung im Jahre 1936 24,4 %, im Jahre 1937 46,3 % im Vergleich zu den nicht behandelten Pflanzen jeder Sorte. Eine Untersuchung des Temperaturverlaufs während der Verdunkelungsperiode ergibt, daß die Wärmesumme der ersten 21 Tage im Jahre 1936 292,6°, im Jahre 1937 346,8° C und die durchschnittliche Temperatur 1936 13,9°, 1937 16,5° C betrug. Während der Zeit nach der photoperiodischen Behandlung bis zur Blüte und Reife zeigen sich in den beiden Jahren keine wesentlichen Unterschiede, so daß die unterschiedliche Blühbeschleunigung auf die Unterschiede im Temperaturverlauf während der Kurztagbehandlung zurückgeführt werden kann. Die Sorten




Abb. 2. Unterschiede der nach Pentaden zusammengefaßten mittleren Temperatur für 1936 und 1937. (1936: 26. V. bis 6. VIII; 1937: 14. V bis 15. VII.)
| = Ende der Kurztagbehandlung

zeigten deutlich ein unterschiedliches Verhalten in der photoperiodischen Nachwirkung. Nur einige wenige (9) Sorten wiesen 1937 eine geringere Beschleunigung im Entwicklungsablauf auf, noch weniger (5) zeigten gleiches Verhalten.

Diese Beobachtungen im Freiland lassen eindeutig die Rolle des Temperaturfaktors im Zusammenspiel mit der photoperiodischen Reaktion erkennen, wenngleich zugegeben werden muß, daß der Temperaturverlauf nach der photoperiodischen Behandlung auch eine Bedeutung für den Entwicklungsablauf hat. Um möglichst exakte Beobachtungen über die Rolle des Temperaturfaktors im Entwicklungsablauf allein und in Verbindung mit der Photoperiode anstellen zu können, wurden darauf in den Jahren 1938 und 1939 Versuche im Gewächshaus durchgeführt.

Gewächshausversuche.

War schon durch die Versuche mit Keimstimmung durch Wärme der Nachweis geführt worden, daß auch ohne die Mitwirkung der Photoperiode eine erhebliche Beschleunigung im Entwicklungsverlauf bei Sojabohnen herbeigeführt werden kann (25), so sollte in diesen Versuchen das Zusammenwirken von Temperatur und Photoperiode erfaßt werden. Die Versuchsanstellung erlaubt eine Beantwortung der folgenden Fragen:

1. Zusammenwirken gleicher Photoperioden mit unterschiedlichen Temperaturen in den Zeiten A und B (Tabelle 2 und 2a).
2. Zusammenwirken gleicher Photoperioden mit unterschiedlicher Temperatur in der Zeit A (Tabellen 3, 3a, 4 und 4a).
3. Zusammenwirken gleicher Photoperioden mit unterschiedlichen Temperaturen in der Zeit B (Tabellen 5, 5a, 6 und 6a).
4. Zusammenwirken gleicher Photoperioden mit Wechseltemperaturen in den Zeiten A und B (Tabelle 7 und 7a).
5. Zusammenwirken verschiedener Photoperioden mit gleichen Temperaturen in den Zeiten A und B (Tabelle 8 und 8a).
6. Zusammenwirken verschiedener Photoperioden mit wechselnden Temperaturen in den Zeiten A und B.

Zeit A ist die Dauer der photoperiodischen Behandlung, Zeit B diejenige der Nachwirkung bis zur Blüte.

Zu 1: Die Ergebnisse der Tabelle 2 zeigen deutlich die starke Wirkung höherer Temperatur während A und B auf die Entwicklungsbeschleunigung sowohl bei Langtag wie bei Kurztag. Die Wirkung ist aber bei Kurztag größer als bei Langtag. Für die etwa gleich reagierenden Sojasorten 449 und 741 beträgt die Differenz in der Entwicklungsbeschleunigung von Langtag zu Kurztag 11,35 %. Die Sorte 790 zeigt bei Kurztag eine geringere relative Blühbeschleunigung als bei Langtag. Das gleiche gilt für den Buschbohnenstamm 18e. Die Reaktion ist aber bei allen 4 Sorten gleichsinnig. Andererseits ist die Wirkung der Photoperiode bei niederen Temperaturen (La I : Ku I) sehr gering. Etwas stärkere Reaktion zeigt die Sojasorte 790 und die Buschbohne 18e. Die stärkste Blühbeschleunigung tritt in allen Fällen durch Kurztagbehandlung im Warmhaus (Ku IV) ein. Dabei wirken Photoperiode und Temperatur während der beiden Zeiten A und B.

Die Ergebnisse des Jahres 1939 (Tabelle 2a) sind gleichsinnig; die Dauer bis zum Eintritt des Blühens ist bei La I und Ku I wegen höherer Temperaturen im Haus I geringer als im Jahre 1938. Die 4 Buschbohnenstämme 18b, 18e, 19e und 44 b zeigen bei niedrigen Temperaturen (La I und Ku I) eine noch geringere photoperiodische Reaktion als die Sojasorten. Bei hohen Temperaturen (La IV : Ku IV) sind 19c und 44b tagneutral, 18e und 18b zeigen schwache Kurztagreaktion.

Tabelle 2

Gleiche Photoperioden und unterschiedliche Temperaturen in den Zeiten A und B

| 1938 | 449 | 741 | 790 | 18 e |
|---|---|---|---|---|
| La I : La IV | 66 : 39 Tg.<br>— 40,9 % | 65 : 43 Tg.<br>— 33,8 % | 54 : 35 Tg.<br>— 35,9 % | 16 : 35 Tg.<br>— 42,9 % |
| Ku I : Ku IV | 65 : 32 Tg.<br>— 50,7 % | 59 : 31 Tg.<br>— 47,4 % | 44 : 30 Tg.<br>— 31,8 % | 42 : 31 Tg.<br>— 26,1 % |

Tabelle 2a

| 1939 | 449 | 741 | 790 | 18e | 18b | 19c | 44b |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| La I : La IV | 50 : 35 Tg. — 30,0 % | 50 : 34 Tg. — 32,0 % | 55 : 35 Tg. — 36,3 % | 42 : 36 Tg. — 14,3 % | 42 : 36 Tg. — 14,3 % | 40 : 27 Tg. — 35,7 % | 39 : 27 Tg. — 32,5 % |
| Ku I : Ku IV | 46 : 31 Tg. — 32,6 % | 46 : 33 Tg. — 28,2 % | 49 : 32 Tg. — 34,7 % | 41 : 28 Tg. — 31,7 % | 40 : 31 Tg. — 22,5 % | 38 : 29 Tg. — 23,9 % | 40 : 28 Tg. — 30,0 % |

Zu 2: Bei gleicher Photoperiode und wechselnden Temperaturen in der Zeit A zeigt sich bei La I : La IV/I eindeutig die Nachwirkung höherer Temperatur während A (Tabelle 3). Die Blühbeschleunigung beträgt im Durchschnitt etwa 20%. Bei Ku I : Ku IV/I wird die geringe photoperiodische Wirksamkeit bei niederen Temperaturen (Ku I) deutlich, bei höheren Temperaturen in der Zeit A ist dagegen die Kurztagreaktion stark sichtbar (449 und 741). Immerhin erreicht die Blühbeschleunigung von Ku IV/I nicht diejenige von Ku IV (Tabelle 2 und 2a). 790 läßt zwar gleichsinniges, aber doch besonderes Verhalten erkennen. Bei 18e ist der Wert für Ku IV/I wegen geringer Pflanzenzahl unsicher.

Die Ergebnisse des Jahres 1939 sind wieder gleichsinnig, doch ist wegen der höheren Temperaturen im Haus I die Blühbeschleunigung geringer.

Tabelle 3
Gleiche Photoperiode und unterschiedliche Temperatur in der Zeit A

| 1938 | 449 | 741 | 790 | 18e | 1939 | 449 | 741 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| La I : La IV/I | 66 : 51 Tg. — 22,7 % | 65 : 55 Tg. — 18,1 % | 54 : 43 Tg. — 20,3 % | 61 : 47 Tg. — 22,9 % | L I : La IV/I | 50 : 36 Tg. — 28,0 % | 50 : 40 Tg. — 23,5 % |
| Ku I : Ku IV/I | 65 : 35 Tg. — 46,1 % | 59 : 39 Tg. — 33,9 % | 44 : 40 Tg. — 9,0 % | 42 : (47) Tg. (+ 11,9 %) | Ku I : Ku IV/I | 46 : 36 Tg. — 21,7 % | 46 : 35 Tg. — 23,9 % |

Bei gleicher Photoperiode wie im vorigen Versuch, aber vertauschten Temperaturen zeigt sich bei La IV : La I/V (Tabelle 4) wieder sehr deutlich die starke Blühbeschleunigung durch die höhere Temperatur oder umgekehrt die stark hemmende Wirkung niederer Temperatur in der Zeit A. La I/IV zeigt gegenüber La IV eine bedeutende Verlängerung der Zeit bis zum Blühen. Die Reaktion ist wieder sortentypisch. Bei Ku IV : Ku I/IV ist die Hemmung niederer Temperatur während A geringer. Auffällig ist die starke Blühbeschleunigung von Ku I/IV : Ku I (Tabelle 2). Durch diesen Vergleich wird erkennbar, daß sich bei Ku I/IV die starke Wirkung höherer Temperatur in der Zeit B zeigt. Vergleiche von La I/IV : Ku I/IV lassen zunächst annehmen, daß es sich um eine ausschließlich photoperiodische Reaktion handle. Diese Annahme ist aber irrig, da bei einem Vergleich von Ku I/IV : Ku I sich eine starke Blühbeschleunigung ergibt und diese nur auf Temperaturwirkung zurückzuführen ist. Ku I zeigt aber gegenüber La I/IV bei gleicher Temperatur in der Zeit A für 449, 741 und 18e sogar eine Blühhemmung und nur bei 790 eine geringe Blühbeschleunigung.

Die Ergebnisse des Jahres 1939 (Tabelle 4a) sind wieder gleichsinnig, doch kommen die Unterschiede wegen der geringeren Temperaturdifferenzen zwischen Haus I und Haus IV nicht so klar heraus.

Zu 3: La I : La I/IV (Tabelle 5) zeigt in allen Fällen die Blühbeschleunigung durch die höhere Temperatur in der Zeit B. Im Verhältnis der Werte für Ku I und Ku I/IV ist die Temperaturwirkung jedoch sehr viel stärker vorhanden. Für die Sorten 449 und 741 ergibt sich in dem

Tabelle 4.
Gleiche Photoperiode und unterschiedliche Temperatur in der Zeit A

| 1938 | 449 | 741 | 790 | 18e | 1939 | 449 | 741 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| La IV : La I/IV | 39 : 54 Tg.<br>+ 38,5 % | 43 : 54 Tg.<br>+ 25,6 % | 35 : 47 Tg.<br>+ 34,3 % | 35 : 40 Tg.<br>+ 14,3 % | La IV : La I/IV | 35 : 41 Tg.<br>+ 17,1 % | 34 : 43 Tg.<br>+ 26,5 % |
| Ku IV : Ku I/IV | 32 : 36 Tg.<br>+ 12,5 % | 31 : 38 Tg.<br>+ 22,6 % | 30 : 36 Tg.<br>+ 20,0 % | 31 : 31 Tg.<br>± 0,0 % | Ku IV : Ku I/IV | 31 : 37 Tg.<br>+ 19,3 % | 33 : 36 Tg.<br>+ 9,1 % |

Verhältnis von (La I : La I/IV) : (Ku I : Ku I/IV) eine Differenz der relativen Blühbeschleunigung von 22,6%. Im letzteren Falle ist sie durchschnittlich doppelt so groß wie im ersteren. Vergleicht man La I/IV mit Ku I/IV, so könnte man zunächst wieder denken, daß die zu beobachtende Blühbeschleunigung allein auf die photoperiodische Reaktion zurückzuführen sei. Die vergleichende Beobachtung der Werte von La I/IV : Ku I läßt jedoch wiederum erkennen, daß eine Blühbeschleunigung durch Kurztagbehandlung nicht eingetreten ist. Die Blühbeschleunigung von Ku I/IV : Ku I beruht dagegen auf Temperaturwirkung, infolgedessen ist auch die Verkürzung der Phase bis zum Blühen bei La I/IV : Ku I/IV auf Temperaturwirkung zurückzuführen. Die Beobachtungen des Jahres 1939 (Tabelle 5a) sind wiederum gleichsinnig, doch sind die Unterschiede aus den schon bekannten Gründen geringer.

Tabelle 5
Gleiche Photoperiode und unterschiedliche Temperatur in der Zeit B

| 1938 | 449 | 741 | 790 | 18e | 1939 | 449 | 741 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| La I : La I/IV | 66 : 54 Tg.<br>— 18,1 % | 65 : 54 Tg.<br>— 16,9 % | 54 : 47 Tg.<br>— 12,9 % | 61 : 40 Tg.<br>— 34,4 % | La I : La I/IV | 50 : 41 Tg.<br>- 18,0 % | 50 : 43 Tg.<br>— 14,0 % |
| Ku I : Ku I/IV | 65 : 36 Tg.<br>— 44,6 % | 59 : 38 Tg.<br>— 35,5 % | 44 : 36 Tg.<br>— 18,2 % | 42 : 31 Tg.<br>— 26,1 % | Ku I : Ku I/IV | 46 : 37 Tg.<br>— 19,5 % | 46 : 36 Tg.<br>— 21,7 % |

Bei vertauschten Temperaturen in den Zeiten A und B zeigt sich bei La IV/I und La IV (Tabelle 6) wieder stark hemmende Wirkung niederer Temperatur in der Zeit B. Bei Ku IV : Ku IV/I ist eine gleichsinnige Hemmung zu erkennen. Bei La IV : Ku IV zeigt sich Blühbeschleunigung durch photoperiodische Reaktion. Bei einem Vergleich von La IV/I : Ku IV/I könnte man zunächst folgern, daß es sich bei der beobachteten Blühbeschleunigung um eine starke photoperiodische Reaktion handle. Da jedoch Ku IV gegenüber La IV eine geringere Blühbeschleunigung aufweist als die Blühhemmung von La IV/I gegenüber La IV beträgt und diese Hemmung nur auf einer Temperaturwirkung beruht, kann die Blühbeschleunigung beim Vergleich von La IV/I : Ku IV/I nur zu einem Teil auf photoperiodischer Reaktion beruhen. Das wird auch klar durch einen Vergleich der Werte für La IV : Ku IV/I. Allerdings nimmt der Buschbohnenstamm 18e eine Sonderstellung ein, da er besonders stark auf die niedere Temperatur in der Phase B reagiert.

Die Ergebnisse des Jahres 1939 (Tabelle 6a) lassen wieder bei den Werten für La IV/I und Ku IV/I die geringeren Temperaturunterschiede den Häuser I und IV und ihre Wirkung erkennen.

Tabelle 6

Gleiche Photoperiode und unterschiedliche Temperatur in der Zeit B

| 1938 | 449 | 741 | 790 | 18e | 1939 | 449 | 741 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LaIV:LaIV/I | 39 : 51 Tg. + 30,7 % | 43 : 55 Tg. + 27,9 % | 35 : 43 Tg. + 22,8 % | (35):47 Tg. (+ 34,2 %) | LaIV:LaIV/I | 35 : 36 Tg. + 2,9 % | 34 : 40 Tg. + 17,6 % |
| KuIV:KuIV/I | 32 : 35 Tg. + 9,4 % | 31 : 39 Tg. + 25,8 % | 30 : 40 Tg. + 33,3 % | 31 : 47 Tg. + 51,6 % | KuIV:KuIV/I | 31 : 36 Tg. + 16,1 % | 33 : 35 Tg. + 6,0 % |

Zu 4: Bei gleichen Photoperioden läßt sich beobachten, daß die Wirkung der Temperatur in den Zeiten A und B nicht spezifisch unterschiedlich ist. Das gilt für die Sojasorten, während der Buschbohnenstamm 18e wieder die starke Blühhemmung durch niedere Temperaturen in der Zeit B erkennen läßt. Die starke Blühbeschleunigung von Ku I/IV : La I/IV darf nicht nur als photoperiodische Wirkung betrachtet werden, wie sich aus dem Vergleich der Werte für Ku I : La I (Tabelle 2) ergibt. Die Beobachtungen des Jahres 1939 (Tabelle 7a) sind gleichsinnig, doch sind so große Unterschiede wieder nicht zu erkennen.

Tabelle 7

Gleiche Photoperiode und wechselnde Temperatur in den Zeiten A und B

| 1938 | 449 | 741 | 790 | 18e | 1939 | 449 | 741 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| La I/IV : La IV/I | 54 : 51 Tg. — 5,6 % | 54 : 55 Tg. — 1,8 % | 47 : 43 Tg. — 8,5 % | 40 : 47 Tg. + 17,5 % | La I/IV : La IV/I | 41 : 36 Tg. — 12,1 % | 43 : 40 Tg. — 7,0 % |
| KuI/IV : KuVI/I | 36 : 35 Tg. — 2,8 % | 38 : 39 Tg. + 2,6 % | 36 : 40 Tg. + 10,1 % | 31 : 47 Tg. + 51,6 % | Ku I/IV : KuIV/I | 37 : 36 Tg. — 2,7 % | 36 : 35 Tg. — 2,8 % |

Zu 5: Wechselnde Photoperioden bei gleichen Temperaturen in den Zeiten A und B (Tabelle 8) lassen für La I und Ku I geringe photoperiodische Reaktion für 449 und 741, stärkere für 790 und 18e erkennen. Bei La IV : Ku IV zeigt sich Blühbeschleunigung als Nachwirkung der Kurztagbehandlung. Der Vergleich von La I : La IV läßt jedoch klar erkennen, daß bei gleicher Photoperiode durch die Temperatur allein eine starke Blühbeschleunigung ausgelöst werden kann. Dasselbe gilt für Ku I : Ku IV. Die starke Blühbeschleunigung von Ku IV beruht auf einer sich summierenden Wirkung von Temperatur und Photoperiode, während andererseits bei Ku I die Photoperiode bei niederer Temperatur nicht wirksam werden kann. Auffällig ist wieder, daß 790 und 18e sich abweichend verhalten und starke Blühbeschleunigung durch Kurztagbehandlung bei niederen Temperaturen zeigen.

Die Ergebnisse der Versuche des Jahres 1939 (Tabelle 8a) sind für die Sojasorten gleichsinnig. Der Buschbohnenstamm 18e verhält sich jedoch in diesem Jahre anders. Bei La I : Ku I zeigt sich nur eine geringe Blühbeschleunigung und bei La IV : Ku IV eine starke. Die zusätzlich geprüften Stämme 18b, 19c und 44b zeigen bei La I : Ku I eine geringe Blühbeschleunigung mit Ausnahme von 44b, welcher mit einer geringen Hemmung reagiert. Bei La IV : Ku IV verhält sich 18b wie 18e; 19c und 44b zeigen dagegen zum mindesten keine Beschleunigung als Nachwirkung der Kurztagbehandlung.

Tabelle 8

Wechselnde Photoperioden und gleiche Temperaturen in den Zeiten A und B

| 1938 | 449 | 741 | 790 | 18e |
|---|---|---|---|---|
| La I : Ku I | 66 : 65 Tg.<br>— 1,5 % | 65 : 59 Tg.<br>— 9,2 % | 54 : 44 Tg.<br>— 24,0 % | 61 : 42 Tg.<br>— 31,1 % |
| La IV : Ku IV | 39 : 32 Tg.<br>— 17,9 % | 43 : 31 Tg.<br>— 27,9 % | 35 : 30 Tg.<br>— 14,2 % | (35) : 31 Tg.<br>— 11,4 % |

Tabelle 8a

| 1939 | 449 | 741 | 790 | 18e | 18b | 19c | 44b |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| La I : Ku I | 50 : 46 Tg.<br>— 8,0 % | 50 : 46 Tg.<br>— 8,0 % | 55 : 49 Tg<br>— 10,9 % | 42 : 41 Tg.<br>— 2,4 % | 42 : 40 Tg.<br>— 4,7 % | 40 : 38 Tg.<br>— 5,0 % | 39 : 40 Tg.<br>+ 2,5 % |
| La IV : Ku IV | 35 : 31 Tg.<br>— 11,4 % | 34 : 33 Tg.<br>— 2,9 % | 35 : 32 Tg.<br>— 8,5 % | 36 : 28 Tg.<br>— 22,2 % | 36 : 31 Tg.<br>— 13,8 % | 27 : 29 Tg.<br>+ 7,4 % | 27 : 28 Tg.<br>+ 3,7 % |

Zu 6: Bei La I/IV : Ku I/IV zeigt sich eine Blühbeschleunigung, die von derjenigen von La IV/I ; Ku IV/I nicht grundsätzlich verschieden ist. In beiden Fällen handelt es sich um eine Verkürzung der Zeit bis zum Blühen, die bei den Sorten 449 und 741 etwa 30 % ausmacht. Die Sojasorte 790 und der Buschbohnenstamm 18e lassen die unterschiedliche Reaktion auf hohe bzw. tiefe Temperaturen in der Zeit B wieder deutlich erkennen. Die Blühbeschleunigung von Ku I/IV : La I/IV ist in der Hauptsache eine Wirkung der Temperatur, wie sich aus dem Vergleich der Werte für Ku I/IV : Ku I ergibt. Die Temperaturwirkung wird in der Zeit B ausgeübt. Während aber La I : Ku I nur geringe photoperiodische Wirkung erkennen läßt, zeigt sich bei La I/IV : Ku I/IV, die doch während der photoperiodischen Behandlung gleiche Wärmeverhältnisse hatten (niedere Temperatur), daß bei Ku I/IV die Kurztagbehandlung als Nachwirkung bei höherer Temperatur wirksam werden kann. Im Verhältnis von Ku IV/I : La IV/I ist die Beschleunigung auch zu einem großen Teil auf die Temperatur zurückzuführen, was sich bei einem Vergleich von La VI/I : La I und von Ku IV/I : Ku I feststellen läßt.

Die Beobachtungen des Jahres 1939 (Tabelle 9a) lassen insbesondere bei La IV/I : Ku IV/I den starken Einfluß der Temperatur erkennen.

Tabelle 9

Wechselnde Photoperioden und wechselnde Temperaturen in den Zeiten A und B

| 1938 | 449 | 741 | 790 | 18e | 1939 | 449 | 741 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| La I/IV : Ku I/IV | 54 : 36 Tg.<br>— 33,3 % | 54 : 38 Tg.<br>— 29,6 % | 47 : 36 Tg.<br>— 23,4 % | 40 : 31 Tg.<br>— 22,5 % | La I/IV : Ku I/IV | 41 : 37 Tg.<br>— 9,7 % | 43 : 36 Tg.<br>— 16,1 % |
| La IV/I : Ku I/VI | 51 : 35 Tg.<br>— 31,3 % | 55 : 39 Tg.<br>— 29,0 % | 43 : 40 Tg.<br>— 6,9 % | 47 : 47 Tg.<br>± 0,0 % | La IV/I : Ku IV/I | 36 : 36 Tg.<br>± 0,0 % | 40 : 35 Tg.<br>— 12,5 % |

Besprechung der Ergebnisse.

Die mitgeteilten Beobachtungen lassen erkennen, daß 1. eine starke Blühbeschleunigung durch die Temperatur allein erzielt werden kann, 2. eine enge Wechselwirkung zwischen photoperiodischer Wirksamkeit und Temperatur besteht. Nachfolgend werden nur die Ergebnisse des Jahres 1938 berücksichtigt, da sie am klarsten sind.

Die erstere Beobachtung ist nicht überraschend, da schon nachgewiesen worden war (15, 16, 25), daß Keimstimmung mit Wärme eine Entwicklungsbeschleunigung zu bewirken vermag selbst dann, wenn die Photoperiode später eine Gegenwirkung ausübt (Langtag auf Kurztagpflanzen). Die hier behandelten Versuche zeigen, daß der Wärmeeffekt nicht dem photoperiodischen, unter Umständen gegensinnigen Effekt vorauszugehen braucht, sondern daß die durch Temperatur und Photoperiode ausgelösten Vorgänge sowohl gegensinnig wie gleichsinnig zur gleichen Zeit ablaufen können. Betrachten wir die Sojabohnensorten, so beträgt die durchschnittliche Dauer bis zum Blühen

für La I = 62, La I/IV = 52, La IV/I = 50, La IV = 39 und
für Ku I = 56, Ku I/IV = 57, Ku IV/I = 38, Ku IV = 31 Tage.

Aus der ersten Reihe (La) ergibt sich, daß die Temperaturwirkung eine Funktion der Zeit der Einwirkung (La I : La IV) ist, wobei eine eigentliche Determination durch die Temperatur nicht zu erfolgen scheint (La IV/I : La I/IV). Letztere Behandlung zeigt nur eine geringe Verzögerung von 2 Tagen. Die starke Blühbeschleunigung von La IV läßt klar erkennen, daß die fördernde Dauerwirkung der Temperatur die ständige gegensinnige Wirkung der Photoperiode fast völlig ausschaltet. La IV weist gegenüber Ku IV nur eine Verzögerung von 8 Tagen auf, die Beschleunigung gegenüber La I beträgt dagegen 23 Tage. Leider liegen gleichzeitige Beobachtungen über Keimstimmung mit Wärme (Ausschaltung der gegensinnigen Wirkung der Photoperiode während der Dauer der Temperaturwirkung) nicht vor. Aus diesem Versuch wäre die Frage, ob durch die Temperatur allein eine Determination des Entwicklungsablaufs erfolgen kann, klarer zu beantworten.

Frühere Beobachtungen (25), nach denen bei der Sojasorte Brillmeyers Platter schwarze SS durch 15tägige Keimstimmung mit 25° C eine Verkürzung der Phase bis zum Blühen um 34 Tage oder 41 % erzielt werden konnte, lassen die Annahme zu, daß eine Determination durch Wärmekeimstimmung erfolgt, die durch gegensinnige photoperiodische Wirkung nicht aufgehoben werden kann.

Die zweite Reihe (Ku) läßt für Ku IV die sich summierende gleichsinnige Wirkung von hoher Temperatur und Kurztagnachwirkung erkennen, und es wird die kürzeste Phasendauer von 31 Tagen erreicht.

Die zweite Tatsache der Wechselbeziehungen zwischen Temperatur und Photoperiode wird zunächst durch die zweite Reihe (Ku) erläutert. Ku I zeigt nur eine geringe Blühbeschleunigung gegenüber La I. Die Photoperiode ist fast gar nicht wirksam geworden (Ku I : La I = 6 Tage, Ku IV : La I 31 Tage Beschleunigung). Der Grund liegt in der niederen Temperatur von Haus I gegenüber Haus IV. Parker und Borthwick (22) stellten fest, daß fünfmalige Kurztagbehandlung der Sojasorte Biloxi bei 11,1° C unwirksam war, während sie bei 18,35° C das Blühen auslöste. Die mittlere Temperatur in Haus I betrug 16,1°, in Haus IV 22,9° C. Long (14) beobachtete, daß bei 21,1° C eine einzige Dunkelperiode von 15 Std. bei Xanthium pennsylvanicum Blütenbildung verursacht. Bei 4,45° C vermochte sie es nicht, sondern erst 6—8 mal so lange Dunkelperioden bei 4,45° C im Wechsel mit kurzen Lichtperioden bei 21,1° C lösten das Blühen aus.

Aus unseren Versuchen geht aber weiterhin hervor, daß eine gleichstarke photoperiodische Nachwirkung erzielt werden kann, wenn die Photoperiode bei niederen Temperaturen zur Anwendnng gelangt und die behandelten Pflanzen darauf in Wärme gebracht werden. Bei der Annahme, daß durch die Photoperiode ein Blühhormon ausgebildet wird (1, 2, 3, 4, 17, 18, 19), kann aus

dem Verhalten von Ku I/IV gegenüber Ku I und La I/IV wohl erstmalig gefolgert werden, daß das induzierende Agens oder eine Vorstufe davon auch durch Dunkelperioden bei niederer Temperatur zur Ausbildung gelangt, daß es aber erst wirksam oder in die wirksame Endstufe überführt werden kann nur bei genügend hohen Temperaturen. Darauf deuten auch die Ergebnisse von Long (14) hin. In dem Falle, daß die Kurztagbehandlung bei hohen Temperaturen stattfindet und die Pflanzen darauf bei niederen Temperaturen weitergezogen werden, hat durch die Photoperiode eine Induktion stattgefunden, welche nicht mehr durch die hemmende Wirkung mangelnder Wärme aufgehalten werden kann. Ku IV/I erleidet gegenüber Ku IV nur eine Verzögerung von 7 Tagen, während die Beschleunigung gegenüber La I 24, gegenüber Ku I 18 Tage beträgt.

Die Versuche mit gleichen Photoperioden und wechselnden Temperaturen (Tabelle 7) und mit wechselnden Photoperioden und gleichen Temperaturen (Tabelle 8) wurden schon im früheren Abschnitt besprochen und sind eine Bestätigung des eben Ausgeführten. Dasselbe gilt für die Beobachtungen an wechselnden Photoperioden mit wechselnden Temperaturen (Tabelle 9).

Aus den Versuchen lassen sich die Wirkungen von Photoperiode und Temperatur unter bestimmten Bedingungen gegeneinander abschätzen. Bei den 3 Sojasorten ergibt sich aus La I : La IV eine Entwicklungsbeschleunigung von 23 Tagen oder 37 %, welche nur auf Temperaturwirkung von der Aussaat bis zum Blühen zurückzuführen ist. Aus La I : Ku IV ist eine Abkürzung der Phase bis zum Blühen von 31 Tagen oder 50 % zu ersehen. Sie wird bewirkt durch Photoperiode und Temperatur. Die Wirkung der Photoperiode allein macht daher 8 Tage oder 13 % aus (bezogen auf La I). Aus La I : La I/IV ergibt sich eine Beschleunigung durch höhere Temperatur in der Zeit B von 10 Tagen oder 16 %, aus La I : Ku I/IV eine photoperiodische und Temperaturwirkung von 25 Tagen oder 40 %. Die photoperiodische Wirkung allein in La I : Ku I/IV beträgt demnach in dieser Kombination 24 %, diejenige in La I/IV : Ku I/IV = 15 Tage oder 25 %. Auf gleiche Weise berechnet sich für La IV/I : Ku IV/I ein photoperiodischer Effekt (Nachwirkung) von 19 %; der Temperatureffekt allein ist gleichgroß. Es ergeben sich also wie erwartet verschiedene Wirkungen je nach der Art des Zusammenwirkens.

Von großer theoretischer Bedeutung ist die Frage, ob die durch Temperatur und Photoperiode ausgelösten inneren Vorgänge autonom sind. Wir bejahen diese Frage, da die Temperatur unabhängig von der Photoperiode wirksam werden kann (Keimstimmung), und die Photoperiode die Bildung des Blühhormons oder von Vorstufen auch bei niederen Temperaturen auslöst, bei denen das induzierende Agens allerdings nicht wirksam sein kann. Bei höherer Temperatur kann es aber dann später Blühbeschleunigung auslösen. Diese Fragen wollen wir im übrigen durch geeignete Pfropfungen zu klären versuchen. Nicht entschieden ist die weitere Frage, ob durch Temperatur und Photoperiode ein und dasselbe Blühhormon gebildet wird oder ob es verschiedene Wirkstoffe sind. Sie wird erst gelöst werden können, wenn es gelingt, die chemische Substanz zu erfassen.

Auf das unterschiedliche Verhalten der 3 Sojasorten und der Buschbohnenstämme wurde schon mehrfach hingewiesen. Von den ersteren zeigt 790 gegenüber 449 und 741 größere photoperiodische Reaktion bei niederen Temperaturen. Bei La I : Ku I (Tabelle 8) zeigt sich eine Blühbeschleunigung von 10 Tagen oder 24 %, während sie bei 449 1,5 und bei 741 9,2 % beträgt. In diesem Verhalten und in der Tatsache, daß sie auch bei Langtag

und niederen Temperaturen eine um 10 bzw. 11 Tage verkürzte Phase bis zum Blühen aufweist, liegt wohl ihre außerordentliche Frühreife begründet. Bei höherer Temperatur (La IV : Ku IV, Tabelle 8) ist die Blühbeschleunigung dagegen bei 449 und 741 größer. Der Buschbohnenstamm 18e verhält sich ähnlich wie 790 (Tabelle 8). Aus den Tabellen 3 und 4 wird ferner deutlich, daß 18e in der Zeit B besonders empfindlich gegen niedrige Temperatur ist, La IV/I braucht 47 Tage, La I/IV dagegen 40 Tage bis zum Blühen. Aus Tabelle 8a ergibt sich für die Buschbohnenstämme 19c und 44b eine größere Blühbeschleunigung durch hohe Temperatur als für 18e und 18b. Die photoperiodische Reaktion ist dagegen bei diesen Stämmen viel größer. Sie sind ausgeprägte Kurztagtypen, während 19c und 44b ihrem ganzen Verhalten nach als tagneutral betrachtet werden können.

## II. Über die durch photoperiodische Nachwirkung verursachten Änderungen in der Morphologie, im Chlorophyllgehalt und in der Speicherung von Fett und Eiweiß

Es ist bereits von verschiedenen Autoren darauf hingewiesen worden, daß die Nachwirkung einer photoperiodischen Behandlung sich außer in der Beeinflussung des Eintritts der generativen Phase auch im Habitus und dem morphologischen Aufbau der Pflanzen äußert. Unter anderen haben Woycicki (26) an Chrysanthemum indicum und Harder und v. Witsch (9, 10) an Kalanchoe Bloßfeldiana beobachtet, daß die Sprosse der mit Kurztag behandelten Pflanzen kürzer und zum Teil sehr gestaucht sind gegenüber denen unter normalem Langtag gewachsener Pflanzen. Die unter Kurztag entwickelten Blätter sind kleiner und deutlich sukkulenter und bilden bei Kalanchoe keine Blattstiele aus.

Freilandbeobachtungen an einem größeren Sortiment von Sojabohnen in früheren Jahren und besonders in den Jahren 1936 und 1937 zeigten, daß auch bei der Sojabohne die Wirkung einer photoperiodischen Behandlung der Pflanzen sich außer in einer Verkürzung der vegetativen Phase in einer morphologischen Veränderung der Pflanzen äußert. Das Sortiment bestand aus rund 800 Nummern und setzte sich aus Auslesen aus dem von der Hansa-Mühle, Hamburg aus Mandschukuo eingeführten Material, sowie aus einer großen Zahl von Sorten aus China, Nordjapan, USA., Rumänien, der Ostmark und Deutschland zusammen.

Von jeder Parzelle waren 6 Pflanzen dadurch, daß sie täglich von 18 bis 6 Uhr mit lichtdicht gemachten Aussaatkästen bedeckt wurden, 21 Tage lang einem Zwölfstundentag ausgesetzt, während die restlichen Pflanzen unter dem normalen Sommertag von rund 16 Std. aufwuchsen.

Die dem Kurztag ausgesetzten Pflanzen zeigten im allgemeinen einen gedrungeneren Wuchs, ihre Blätter waren deutlich kleiner, fühlten sich lederartig an und waren merklich dunkelgrüner als die der Langtagpflanzen. Es fiel aber auf, daß die Reaktionsweise der verschiedenen Stämme und Sorten nicht einheitlich war. Während die Mehrzahl derselben wie beschrieben auf die Kurztagbehandlung reagierte, verhielten sich mehrere ganz abweichend. Teils zeigten sie keine oder nur sehr geringe Stauchung der Stengel — bei einzelnen waren die Kurztagpflanzen sogar höher als die unter Langtag aufgewachsenen —, teils wiesen ihre Blätter auch nicht die so charakteristische Verkleinerung der Blattflächen auf, waren auch nicht verdickt und nicht dunkler gefärbt als die der Langtagpflanzen.

Im Jahre 1936 wurden daher an einer Reihe von Auslesen Chlorophyllbestimmungen vorgenommen, sowie die Dicken der Lamina gemessen und

deren morphologischer Aufbau mikroskopisch untersucht. 1937 wurden morphologische Untersuchungen an den Pflanzen angestellt und an ausgewählten Sortimentsnummern auch der Besatz der Haupt- und Nebenstengel untersucht.

### 1. Untersuchung der morphologischen Veränderungen

Außer mehr oder minder starker Beschleunigung des Eintritts der generativen Phase sind die weitgehenden morphologischen Veränderungen die auffälligste Reaktion der Pflanzen auf Kurztagbehandlung. Die Pflanzen weisen nicht nur ein zum Teil sehr stark herabgesetztes Längenwachstum auf, auch ihre Blätter zeigen deutliche Veränderungen.

Für diese Untersuchungen wurden aus dem Sortiment 26 Nummern ausgewählt, die verschieden starke Reaktion zeigten. Von diesen reagierten 9 mit einer sehr starken Reduktion des Längenwachstums, die kurztag-

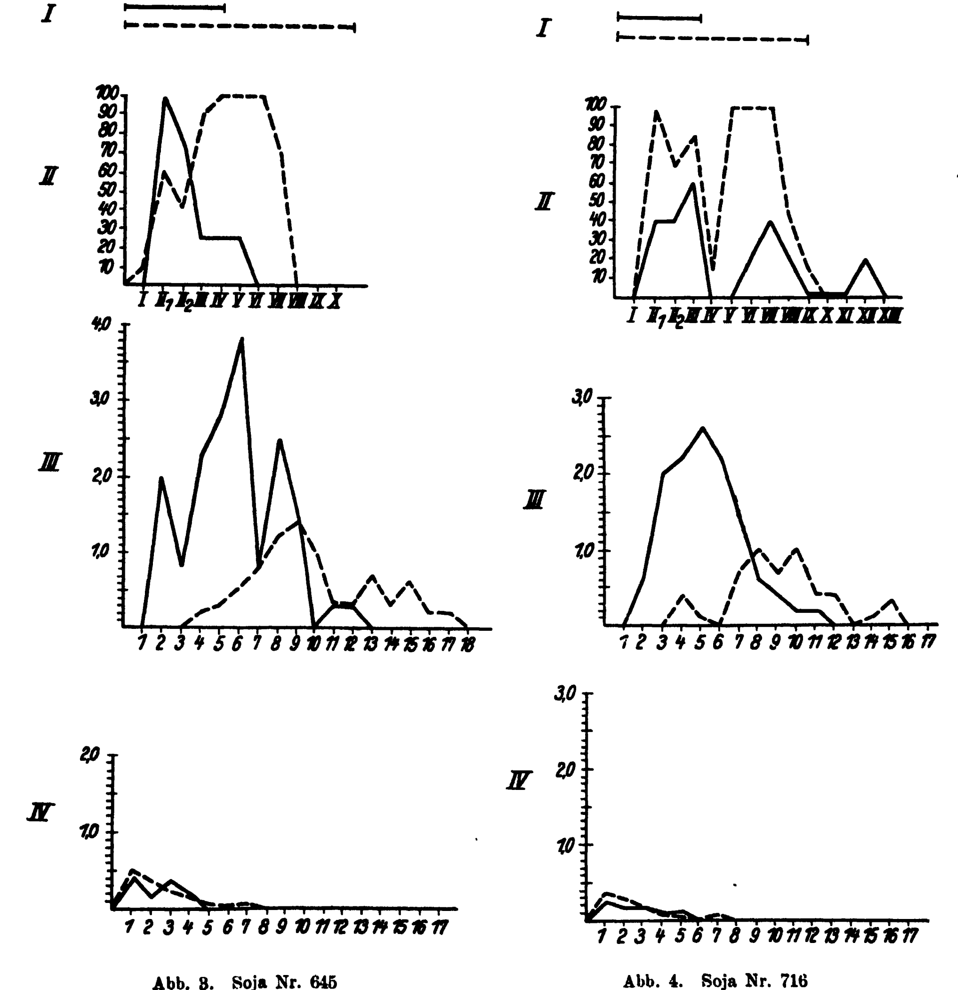



Abb. 3. Soja Nr. 645 Abb. 4. Soja Nr. 716

Abb. 3—10. Darstellung der morphologischen Befunde an kurztagbehandelten und unter normaler Tageslänge im Freiland aufgewachsenen Sojabohnen.

Diagramm I: Pflanzenhöhe.
„ II: Häufigkeit der Seitenzweigbildung an den einzelnen Nodien des Haupttriebes.
„ III: Durchschnittliche Hülsenzahl an den einzelnen Nodien des Hauptstengels.
„ IV: Durchschnittliche Hülsenzahl an den einzelnen Nodien der Seitenzweige.
——— = unter Kurztag aufgewachsene Pflanzen.
– – – – = unter normalem Langtag aufgewachsene Pflanzen

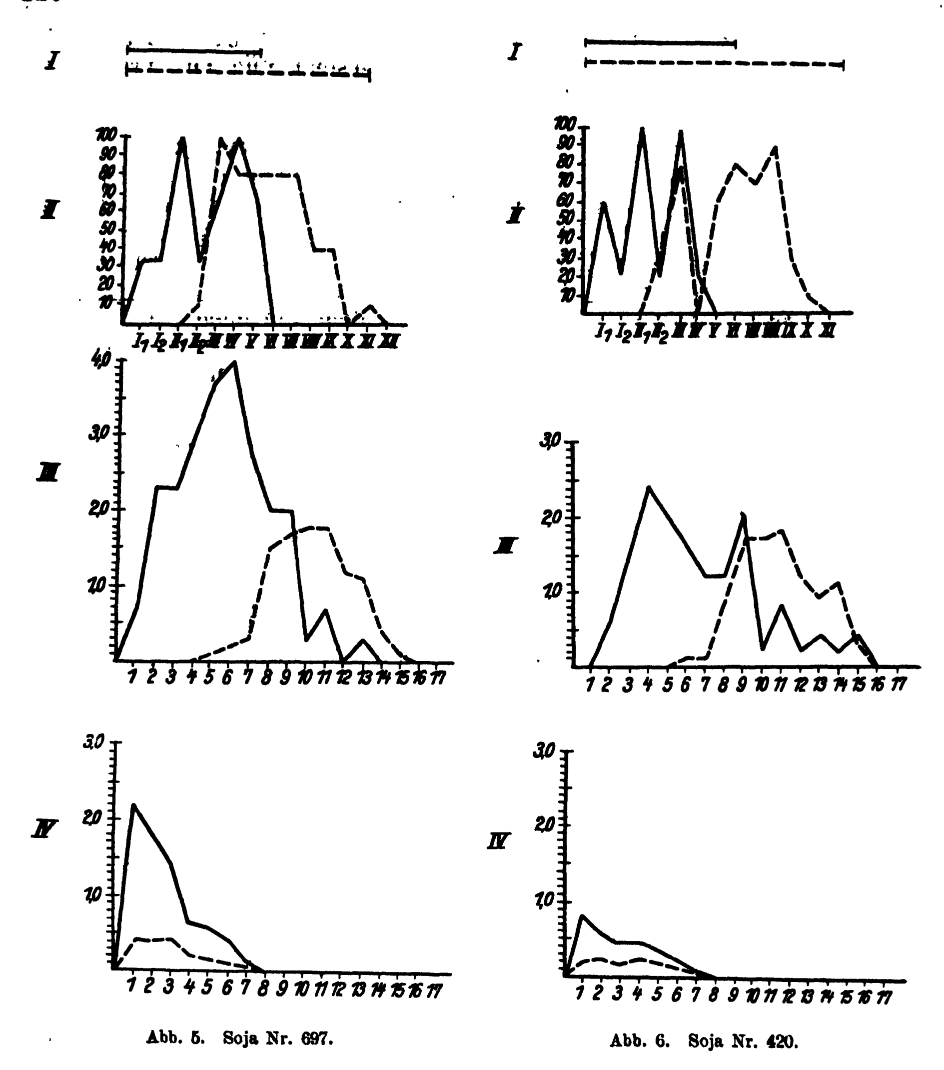



Abb. 5. Soja Nr. 697.

Abb. 6. Soja Nr. 420.

behandelten Pflanzen waren um über 50% kleiner als die Normaltagpflanzen. Bei 5 Auslesen betrug die Verkürzung der Pflanzen 30—40%, 8 Auslesen zeigten nur einen geringen Höhenunterschied. Die Kurztagpflanzen waren bis zu 25% kleiner. 4 Auslesen reagierten zum Teil sogar garnicht mit einer Längenänderung, zum Teil war das Längenwachstum der mit Kurztag behandelten Pflanzen noch gefördert.

Diese Hemmung des Längenwachstums kann auf einer Verminderung der Internodienzahl wie auch auf einer Verkürzung und Stauchung der Internodien selber beruhen. Die Untersuchung ergab, daß bei der Mehrzahl der Herkünfte und Sorten sowohl die Internodienzahl wie auch die Länge der einzelnen Internodien herabgesetzt ist. Selbst der Stamm, der keine Längenunterschiede zwischen Langtag- und Kurztagpflanzen zeigte, bildete bei den Kurztagpflanzen weniger Internodien aus, die aber gegenüber denen der Langtagpflanzen verlängert waren. Einzelne Stämme, deren mit Kurztag behandelte Pflanzen kleiner waren, wie auch besonders die mit einer Verlängerung reagierenden, hatten ihre Internodienzahl vermehrt.

Auch das Ausmaß der Verzweigung wird sehr stark durch die photoperiodische Behandlung beeinflußt. Rosenbaum (23) fand, daß die kurztagbehandelten Pflanzen des Hindukusch-Materials sehr stark zur Verzweigung neigen, während die Pflanzen bei normaler Tageslänge fast unverzweigt waren.

Die von uns untersuchten Auslesen verhielten sich auch in der Ausbildung der Seitenzweige sehr unterschiedlich. Ein großer Teil zeigte infolge der Kurztagbehandlung eine vermehrte Verzweigung, andere wiesen nur geringere Unterschiede auf und einzelne hatten sogar deutlich weniger Seitenzweige als die unter Normaltag aufgewachsenen Pflanzen, so besonders die Auslese Nr. 713 (siehe Abb. 8).

Die Sojabohne beginnt sich bei unserer normalen Tageslänge sehr früh zu verzweigen. Gewöhnlich werden bereits in den Achseln der Primärblätter Seitentriebe ausgebildet. Eine große Anzahl von Stämmen treibt schon aus den Achseln der Kotyledonen Seitenzweige, so daß es schwer ist, das für das Ernteverfahren wichtige Zuchtziel, Sorten mit möglichst hoher Verzweigung zu schaffen, zu erreichen. Besonders erschwert wird die Züchtung derartiger Sorten noch durch den Umstand, daß eine enge Korrelation

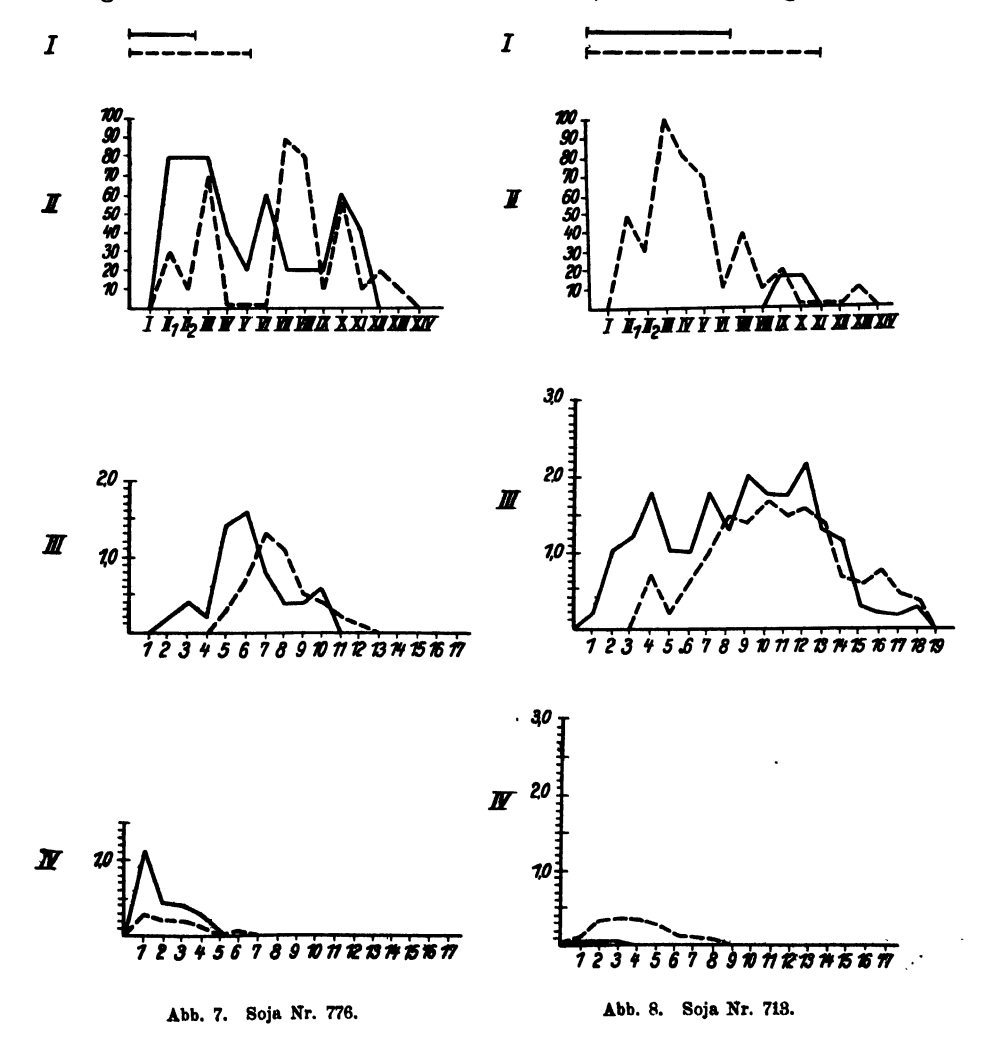



Abb. 7. Soja Nr. 776.

Abb. 8. Soja Nr. 713.

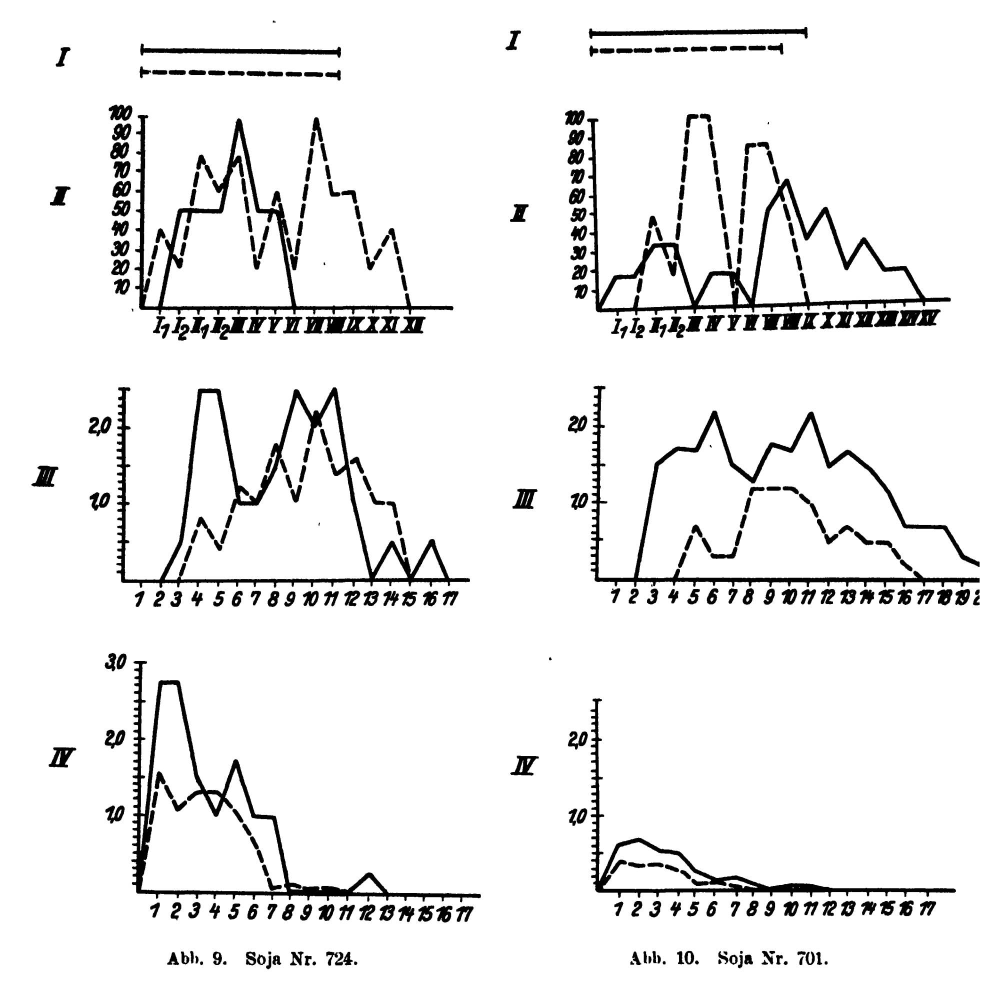



Abb. 9. Soja Nr. 724. Abb. 10. Soja Nr. 701.

zwischen Frühreife und niedriger Verzweigung und niedrigem Hülsenansatz besteht. Nur die aus Nordjapan stammenden Sorten scheinen zum Teil erst aus den Achseln der späteren Folgeblätter Seitentriebe zu bilden. Als Folge der Kurztagbehandlung beginnen aber fast sämtliche untersuchten Auslesen schon deutlich früher und in stärkerem Ausmaße als unter Langtagbedingungen, Seitenzweige auszubilden. Aber auch hierin verhalten sich die verschiedenen Stämme und Sorten nicht einheitlich. Die Abb. 3—10 zeigen die Verhältnisse für einzelne ausgewählte Nummern. Die graphischen Darstellungen II geben an, wieviel Prozent der untersuchten Pflanzen an den einzelnen Internodien Seitentriebe ausgebildet haben. Es fällt auf, daß im allgemeinen die Kurztagpflanzen früher und zum Teil auch stärker Seitenzweige treiben. Von den hier wiedergegebenen Befunden weichen nur die Auslesen 701, 713 und 716 ab. Die Nummern 701 und 716 gehören zu den Formen, die nach Kurztagbehandlung mehr Internodien ausbilden als bei normaler Tageslänge, unterscheiden sich aber in der Reaktion bezüglich der Pflanzenhöhe (siehe Abb. 10 u. 4). In der Ausbildung der Seitenzweige verhalten sie sich ganz abweichend von den übrigen Stämmen. Die Nummer 701 beginnt zwar infolge der photoperiodischen Behandlung früher als unter Langtag mit der Ausbildung der Seitenzweige, es werden zunächst aber weniger

Seitentriebe gebildet, und erst an den späteren Nodien tritt eine starke Verzweigung auf. Die Pflanzen der Nummer 716 bilden sowohl bei Langtag- wie bei Kurztagbehandlung bereits in den Achseln der Kotyledonen die ersten Seitenzweige aus. Die Kurztagpflanzen sind aber im Durchschnitt weniger verzweigt als die Langtagpflanzen. Die Pflanzen der Nr. 713 verzweigten sich nach Kurztagbehandlung noch weniger und auch erst verhältnismäßig spät, zum Teil waren sie sogar ganz unverzweigt.

Mit der starken Stauchung der ganzen Pflanzen und der Verkürzung der Internodien bei Anzucht der Pflanzen während der Wintermonate im Gewächshaus ist eine eigentümliche Verdickung der einzelnen Nodien verbunden. Abb. 11 zeigt eine Pflanze, die im Januar und Februar im Gewächshaus aufgewachsen ist. Deutlich sind die stark verdickten Nodien zu erkennen.



Abb. 11. Unter Kurztag aufgewachsene Sojapflanze mit stark verdickten Nodien

Auch die Blätter zeigen, wie bereits oben erwähnt, nach der photoperiodischen Behandlung deutliche Veränderungen. Die Blätter der Kurztagpflanzen sind deutlich kleiner und dicker als die der unter Langtag aufgewachsenen Pflanzen und fühlen sich lederartig an, während die Blätter der Sojabohnen sonst ausgesprochen weich sind. Auch sind die Blätter der Kurztagpflanzen wesentlich dunkler gefärbt.

Um die Art dieser morphologischen Veränderung festzustellen, wurden Querschnitte der Blätter mikroskopisch untersucht und dabei auch vergleichende Dickenmessungen an den Querschnitten der Blätter photoperiodisch behandelter und bei normalem Tage gewachsener Pflanzen durchgeführt. Tabelle 10 zeigt, daß die kurztagbehandelten Blätter bei sämtlichen untersuchten Auslesen gegenüber denen der Kontrollpflanzen mehr oder weniger stark verdickt sind. Die Dickenzunahme schwankt zwischen 22,1 % bei der Auslese 725 und 96,4 % bei 230. An der Zunahme des Blattquerschnittes sind sowohl die Palisadenzellen wie auch das Schwammparenchym beteiligt. Die Zunahme der Palisadenschichten ist dabei aber etwas stärker als die des Schwammparenchyms. Vergleicht man in Tabelle 10 die Werte in den Spalten 6 und 11 miteinander, die angeben, wieviel Prozent des Gesamtquerschnittes bei den kurztagbehandelten und den Kontrollpflanzen auf die Länge der Palisadenschicht entfallen, so sieht man, daß bei den Blättern kurztag-behandelter Pflanzen der Anteil der Palisadenschicht am Gesamtquerschnitt größer ist. Von den beiden Palisadenschichten ist dabei fast

Tabelle 10

Mittlere Dicke des Blattquerschnittes und Länge der Palisadenzellen bei

| | Blätter photoperiodisch behandelter Pflanzen | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Blattdicke | Mittlere Länge der Palisaden | | | Anteil der Palisaden am Querschnitt |
| | | 1. Reihe | 2. Reihe | 3. Reihe | |
| | μ | μ | μ | μ | % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 180 | 290 | 96 | 59 | — | 53,4 |
| 230 | 275 | 78 | 65 | — | 52,0 |
| 330 | 224 | 65 | 52,5 | — | 52,4 |
| 634 | 225 | 70 | 45 | — | 51,1 |
| 725 | 42,5 Einheiten | — | — | — | — |
| 729 | 78 Einheiten | 14 Einheiten | 16 Einheiten | 14 Einheiten | 38,4 |

ausschließlich die obere am stärksten verlängert, wie aus den Angaben der Tabelle 10 hervorgeht. Mehrere Zellen sind durch Querwände unterteilt worden. Die geschlossene Ausbildung einer 3. Palisadenschicht konnte nur bei der Auslese 729 beobachtet werden. Bei der Auslese 180 zeigte sich auch in den Blättern der unter normaler Tageslänge aufgewachsenen Pflanzen die oberste Palisadenschicht einzelne Querteilungen. Bei den Blättern der photoperiodisch behandelten Pflanzen waren diese jedoch bedeutend vermehrt. Zur Zeit der Untersuchungen standen auch Blätter von Birken (Betula alba) zur Verfügung, die gleichfalls photoperiodisch behandelt worden waren. Auch bei ihnen wurde eine Zunahme des Blattquerschnittes der behandelten Pflanzen festgestellt. Außerdem zeigten diese Blätter noch eine Vermehrung der Palisadenreihen. Messungen über Unterschiede in der Blattgröße wurden nicht angestellt.

Diese Befunde an den Blättern der kurztag-behandelten Pflanzen erinnern sehr stark an die zwischen den Sonnen- und Schattenblättern der Laubbäume bestehenden Unterschiede in ihrem morphologischen Aufbau. Die Schattenblätter sind in ihrem Querschnitt deutlich dünner, ihre Palisaden sind nur in einer Schicht ausgebildet und kürzer, die einzelnen Zellen verjüngen sich nach unten trichterförmig und schließen in ihrem unteren Teil größere Hohlräume zwischen sich ein. Da bei den Laubbäumen die Blätter in den Knospen bereits im Herbst des vorhergehenden Jahres angelegt werden und zu der Zeit die Art ihrer Ausbildung fixiert worden ist, zeigen sie auch dann die typische Ausbildung der Schattenblätter, wenn die Knospen schon vor ihrem Austreiben im Frühjahr ebenso wie die Knospen der Sonnenblätter in den optimalen Lichtgenuß gebracht werden und sie sich weiterhin unter diesen Bedingungen entwickeln. Es wäre daher daran zu denken, daß auch bei den Sojabohnen, wenn sie 21 Tage lang nach dem Aufgehen den verkürzten Tagen ausgesetzt werden, die gleichen Verhältnisse vorliegen, daß also die Anlagen der Blätter bereits während dieser Behandlungszeit gebildet werden und so ihr morphologischer Aufbau schon festgelegt ist. Demgegenüber ist aber festzustellen, daß die Sojabohnen eine sehr langsame Jugendentwicklung haben und daß sie nach 21 Tagen im Freiland außer den Primärblättern höchstens die Anlagen für die folgenden 2 Blätter ausgebildet haben, während die späteren Blätter, die auch den Aufbau der Kurztagblätter aufweisen, erst später unter Langtagbedingungen angelegt werden. Die Ausbildung der typischen Kurztagblätter kann also nur auf der Grundlage einer stofflichen Beeinflussung durch einen in den Kotyledonen und den Primärblättchen infolge der photoperiodischen Behandlung gebildeten

photoperiodisch behandelten und unter Langtag gewachsenen Pflanzen

| Blätter unter Langtag gewachsener Pflanzen | | | | | Vergrößerung der Blattdicke durch photoperiodische Behandlung |
|---|---|---|---|---|---|
| Blattdicke | Mittlere Länge der Palisaden | | | Anteil der Palisaden am Querschnitt | |
| | 1. Reihe | 2. Reihe | 3. Reihe | | |
| μ | μ | μ | μ | % | % |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 230 | 62 | 58 | — | 52,1 | 26 |
| 140 | 29,2 | 28 | — | 40,8 | 96,4 |
| 118 | 32,2 | 26 | — | 49,2 | 89,8 |
| 130 | 35 | 25 | — | 46,2 | 73,1 |
| 34,8 Einheiten | — | — | — | — | 22,1 |
| 50 Einheiten | — | — | — | — | 56,0 |

Stoff erklärt werden. Darauf deuten auch die neueren Beobachtungen von Harder und v. Witsch (9) über die Ausbildung der Kurztagblattform bei Kalanchoe Bloßfeldiana in Abhängigkeit von der Stellung der Blätter an der Pflanze hin. Ob bei der Birke die Ausbildungsart der Kurz- und Langtagblätter ebenso wie die der Sonnen- und Schattenblätter bereits bei der Anlage der Knospen fixiert wird, wenn zu dieser Zeit eine photoperiodische Behandlung der Pflanzen erfolgt, so daß sie beim Austreiben der Knospen im nächsten Frühjahr unabhängig von der herrschenden Tageslänge ihrer Anlage entsprechend sich entwickeln, bleibt zu untersuchen.

## 2. Chlorophyllbestimmungen

Wie bereits erwähnt, zeigen die Blätter der photoperiodisch behandelten Pflanzen im allgemeinen eine deutlich dunkelgrüne bis blaugrüne Färbung. Bei einigen Auslesen waren diese Farbenunterschiede jedoch geringer oder bestanden garnicht, wie auch aus den in Spalte 2 der Tabelle 11 angegebenen Feldbeobachtungen hervorgeht.

Es wurden daher an 14 Auslesen, die verschieden starke Farbunterschiede aufwiesen, Bestimmungen des Chlorophyllgehaltes der Blätter vorgenommen.

Das Chlorophyll wurde, nachdem die Blätter zerschnitten und mit Sand unter Zusatz von Kalziumkarbonat fein zerrieben worden waren, mit Azeton ausgezogen und darauf die Lichtdurchlässigkeit der so gewonnenen Rohchlorophyllösungen im Pulfrich-Photometer bestimmt. Die Messungen erfolgten unter Benutzung des Chlorophyllfilters Zeiß S 66, 61, 3, 5.

Die Blätter wurden auf folgende Weise für die Extraktion des Chlorophylls vorbereitet. Zunächst wurden die Mittelrippen herausgeschnitten und die Größe der Flächen der beiden Blatthälften durch Aufzeichnen auf Papier und Ausplanimetrieren ermittelt. Dann wurde aus den Hälften getrennt der Chlorophyllauszug hergestellt und deren Extinktionskoeffizienten bestimmt. Als Wert des Extinktionskoeffizienten des einzelnen Blattes wurde der Mittelwert der Werte der Blatthälften genommen. Von jeder Pflanze wurden 2 Blätter untersucht, ein Blatt, das noch während der Kurztagbehandlung ausgebildet und eins, das während der späteren Entwicklung der Pflanze unter der normalen Sommertageslänge entstanden war. Bei den Langtagpflanzen wurden die Blätter der entsprechenden Entwicklungszeit ausgewählt. Da auch ein ziemlich starker Befall der Blätter mit verschiedenen Pilzen vorhanden war, wurden nur befallsfreie Blätter für die Untersuchungen herangezogen.

Auf der Meßtrommel, die sowohl den Wert für die Lichtdurchlässigkeit wie auch den zugehörigen Extinktionskoeffizient enthält, wurde letzterer abgelesen. Nach dem Beerschen Gesetz ist der Extinktionskoeffizient k der Konzentration proportional. Als Bezugseinheit für die Messungen wurde 1 qcm Blattfläche gewählt. Es konnte daher der entsprechende Extinktionskoeffizient durch einfache Division des ermittelten Wertes durch die Flächengröße der Blatthälften ermittelt werden, nachdem der festgestellte Extinktionskoeffizient mit 2 multipliziert worden war, da dieser als die Extinktion bei einer Schichtdicke von 1 cm definiert ist und die Untersuchung der Chlorophyllauszüge in Küvetten mit einer Schichtdicke von 0,5 cm vorgenommen wurde. Von der Bestimmung des Trockengewichtes und dem Auszug des Chlorophylls aus den getrockneten Blättern wurde abgesehen, um die möglicherweise beim Trocknen auftretenden Veränderungen des Chlorophylls auszuschließen.

Die in der Tabelle 11 angegebenen Extinktionskoeffizienten sind Mittelwerte aus denen der beiden je Pflanze untersuchten Blätter. Da die Werte im allgemeinen eine gute Übereinstimmung zeigten, wurde davon abgesehen, die Einzelwerte aufzuführen. Nur bei der Nr. 725 waren aus unerklärlichen Gründen die Werte der einzelnen Blätter so verschieden, daß der aus ihnen ermittelte Mittelwert nicht dem wirklichen Wert entsprechen kann. Es fällt

Tabelle 11

| Auslese-Nummer | Feldbonitierung | Extinktionskoeffizient, bezogen auf 1 cm² Blattfläche | | Vergrößerung des Koeffizienten der Kurztagblätter |
|---|---|---|---|---|
| | | Kurztagblätter | Langtagblätter | % |
| 25 | Ku = Blätter dunkler | 0,0193 | 0,0108 | 78,7 |
| 125 | Ku. = Blätter wenig dunkler | 0.0196 | 0,0174 | 12,7 |
| 144 | Ku. = Blätter wenig dunkler | 0,0128 | 0,0092 | 28,1 |
| 180 | Ku. = Blätter viel dunkler | 0,0302 | 0,0162 | 86.4 |
| 183 | Ku. = Blätter wenig dunkler | 0,0430 | 0.0336 | 27.9 |
| 193 | Ku. = Blätter dunkler | 0.0177 | 0.0117 | 51,3 |
| 330 | Ku. = Blätter wenig dunkler | 0.0168 | 0,0135 | 24,4 |
| 570 | Kein Unterschied | 0,0118 | 0,0124 | — 4,8 |
| 635 | Ku. = Blatter viel dunkler | 0,0341 | 0,0246 | 38,6 |
| 636 | Ku. = Blätter viel dunkler | 0.0351 | 0,0264 | 32,9 |
| 710 | Ku. = Blätter wenig dunkler | 0,0138 | 0,0076 | 81,6 |
| 725 | Ku. = Blätter viel dunkler | 0,0158 | 0,0157 | 0.6 |
| 729 | Ku. = Blätter viel dunkler | 0,0238 | 0,0162 | 46.9 |
| 736 | Ku. = Blätter viel dunkler | 0.0227 | 0,0180 | 26.2 |

auf, daß die für die einzelnen Pflanzen ermittelten Extinktionskoeffizienten verhältnismäßig gut mit den Feldbonitierungen der Blattfarbe, die bei bedecktem Himmel durchgeführt wurden, übereinstimmen, daß aber zwischen den einzelnen Auslesen bedeutende Unterschiede bestehen. In Spalte 5 ist angegeben, um wieviel Prozent der Extinktionskoeffizient der Kurztagblätter größer ist als der der entsprechenden Langtagblätter. Es zeigt sich, daß die Koeffizienten der Kurztagblätter bis zu 86% größer sind, daß also der Chlorophyllgehalt, bezogen auf 1 qcm Blattfläche, fast verdoppelt ist. Wenn wir diese Werte mit den in Tabelle 10 angegebenen Werten für die Vergrößerung der Blattdicke vergleichen, sehen wir, daß die Vermehrung des Chlorophyllgehaltes und die Zunahme der Blattdicke ganz unabhängig voneinander sind.

In Tabelle 12 sind für einige der untersuchten Auslesen die Extinktionskoeffizienten für die während der Kurztagbehandlung und die später entwickelten Blätter zusammengestellt. Diese Werte zeigen, daß von den unter

Tabelle 12

Extinktionskoeffizienten von Blättern verschiedener Entwicklungszeit von photoperiodisch behandelten und unter Langtag gewachsenen Pflanzen

| | Kurztagblätter | | Langtagblätter | |
|---|---|---|---|---|
| | vor Beendigung der 21 Tage Kurztag entwickelt | nach Beendigung der 21 Tage Kurztag entwickelt | vor Beendigung der 21 Tage Langtag entwickelt | nach Beendigung der 21 Tage Langtag entwickelt |
| 25 | 0,0215 | 0,0172 | 0,0123 | 0,0097 |
| 125 | 0,0209 | 0,0184 | 0,0154 | 0,0195 |
| 180 | 0,0313 | 0,0290 | 0,0213 | 0,0167 |
| 330 | 0.0188 | 0,0148 | 0,0138 | 0,0133 |
| 636 | 0,0260 | 0,0442 | 0,0220 | 0,0308 |
| 725 | 0,0124 | 0,0192 | 0.0140 | 0,0174 |
| 736 | 0,0286 | 0,0218 | 0,0197 | 0,0218 |
| M | 0,0225 | 0,0238 | 0,0169 | 0,0183 |
| m | 0.0022 | 0,0039 | 0,0015 | 0,0026 |

der Kurztageinwirkung entwickelten Blättern eine starke Beeinflussung der später ausgebildeten Blätter ausgeht. Ganz entsprechende Beobachtungen machten Harder und v. Witsch (9) an Kalanchoe Bloßfeldiana. Auch bei den Langtagblättern fällt auf, daß bei der Mehrzahl der untersuchten Typen der Extinktionskoeffizient der später entwickelten Blätter höher liegt, was auch die Mittelwerte erkennen lassen, so daß anzunehmen ist, daß im Verlaufe der Vegetationsperiode der Chlorophyllgehalt der neu gebildeten Blätter größer wird. Nagasima (21) fand im Chlorophyllgehalt der Blätter im Laufe der Vegetationsperiode zwei Maxima, von denen das eine zur Zeit der stärksten vegetativen Entwicklung und das zweite im Anschluß an die Blüte beobachtet wurde. Es ist möglich, daß durch diese Befunde auch die in Tabelle 12 auftretenden Unterschiede erklärt werden können, da ja die untersuchten Stämme sehr verschiedene Vegetationsperioden haben. Außer der beobachteten quantitativen Änderung des Gesamtchlorophyllgehaltes der Blätter infolge der photoperiodischen Nachwirkung wird, wie Kar (13) feststellte, auch das Verhältnis der beiden Chlorophyllkomponenten und der Karotine zueinander bei den Blättern der photoperiodisch behandelten Pflanzen geändert.

### 3. Trockengewichts- und Rohproteinbestimmungen

Wir wir sahen, ist die Dicke der Blätter infolge der Kurztagbehandlung mehr oder weniger vergrößert. Da diese Zunahme des Querschnittes sowohl durch eine Vermehrung der Zellreihen wie auch durch einfache Vergrößerung der einzelnen Zellen bedingt ist, und da nach den Untersuchungen von Harder und v. Witsch (9) der Wassergehalt der Kurztag behandelten Blätter erhöht ist, ist es von Wichtigkeit zu untersuchen, ob auch der Trockensubstanzgehalt der Zellen und damit der Blätter zugenommen hat oder ob wir es nur mit einer vermehrten Wasseraufnahme zu tun haben.

Diese Trockensubstanzbestimmungen wurden an den beiden Hälften eines jeden Blattes getrennt vorgenommen, nachdem wie bei den Chlorophyllbestimmungen die Mittelrippen entfernt worden waren, und dann deren Mittelwerte bestimmt. Von jeder Pflanze wurden 2—3 Blätter untersucht. Von den Pflanzen der Auslesen 570 und 193 konnte nur je ein Blatt untersucht werden, da die Pflanzen durch die Wegnahme weiterer Blätter zu stark geschädigt worden wären.

Tabelle 13

Trockensubstanzgehalt der Blätter photoperiodisch behandelter und unter Langtag gewachsener Pflanzen

| | Kurztagblätter % | Langtagblätter % | Differenz |
|---|---|---|---|
| 180 . . . . . . . | 30,5 | 28,1 | + 2,4 |
| 636 . . . . . . . | 29,3 | 16,8 | +13,3 |
| 725 . . . . . . . | 39,2 | 37,2 | + 2,0 |
| 729 . . . . . . . | 33,9 | 39,5 | — 5,6 |
| 736 . . . . . . . | 31,2 | 29,1 | — 2,1 |
| 570 . . . . . . . | 36,0 | 33,5 | + 2,5 |
| 193 . . . . . . . | 30,3 | 34,4 | — 4,1 |

Aus der Tabelle 13 geht hervor, daß im allgemeinen bei den Blättern der Kurztagpflanzen der Trockensubstanzgehalt erhöht ist, wenn auch verschieden stark. Eine Abnahme wurde nur bei den Auslesen 729, 736 und 193 beobachtet. Die Bestimmungen des Rohproteingehaltes (Tabelle 14), dessen Berechnung sich auf das Frischgewicht der Blätter bezieht, da das Rohprotein an den Blättern bestimmt wurde, die für die Chlorophylluntersuchungen verwendet worden waren, ergaben, daß 3 der 4 untersuchten Auslesen in den Kurztagblättern einen geringeren Rohproteingehalt als in den Langtagblättern aufwiesen. Da die Werte auf das Frischgewicht bezogen sind und auch die Zunahme der Gesamttrockensubstanz nur gering ist, ist daraus zu schließen, daß in den Blättern der Kurztag behandelten Pflanzen das Kohlehydratstickstoffverhältnis gegenüber den Blättern der Langtagpflanzen geändert worden ist.

Tabelle 14

Rohproteingehalt der Blätter photoperiodisch behandelter und unter Langtag gewachsener Pflanzen (bezogen auf Frischgewicht)

| | Auslese 180 % | Auslese 570 % | Auslese 630 % | Auslese 736 % |
|---|---|---|---|---|
| Blätter photoperiodisch behandelter Pflanzen | 1,84 | 2,98 | 2,34 | 1,82 |
| Blätter unter Langtag gewachsener Pflanzen | 2,12 | 1,62 | 2,76 | 1,95 |

## 4. Einfluß der photoperiodischen Nachwirkung auf Ertrag und Öl- und Rohproteingehalt der Samen

Die photoperiodische Nachwirkung zeigte sich sowohl in einer Beschleunigung des Blüheintritts wie auch in einer vermehrten Ausbildung von Blütenknospen und damit einer erhöhten Anzahl der in den einzelnen Blattachseln ausgebildeten reifen Hülsen. Besonders eindeutig zeigte sich dies beim Vergleich der an den Hauptachseln kurztag-behandelter und unter Langtag aufgewachsener Pflanzen. Bei einzelnen Auslesen macht sich auch hier wie bei der Ausbildung der Seitenzweige eine besonders starke und auf die unteren Nodien verschobene Ausbildung der Blütenorgane bemerkbar (Diagramm II). Eine zwar verstärkte, aber doch der bei den Langtagpflanzen ähnliche Verteilung ist auch oft zu finden. Von den hier ausgewählten Befunden zeigen dies die Abbildungen 9 und 10 betr. die Stämme 701 und 724, die sich auch in der Reaktion ihres Längenwachstums abweichend verhielten und keine Verkürzung, bzw. sogar eine Verlängerung zeigten. Die in der Abb. 8 wiedergegebenen Befunde an den Pflanzen der Auslese 713 zeigen nur eine geringe Steigerung und auch nur eine geringe Verschiebung der Zahl der ausgebildeten Hülsen gegenüber den Langtagpflanzen, obwohl diese Pflanzen mit einer ziemlich starken Verkürzung auf die photoperiodische

Behandlung reagierten. Hinsichtlich der Bildung von Seitenzweigen verhielten sich diese Pflanzen, wie oben ausgeführt, auch abweichend.

Nicht immer ganz so eindeutig ist die Steigerung des Hülsenansatzes an den einzelnen Nodien der Seitentriebe. Da die Seitenzweige auch unter Langtagbedingungen schon an ihren untersten Nodien Blüten ausbilden, zeigt sich hier nur eine Zunahme der entwickelten Hülsen (Diagramm II der Abb.). Auch ergab sich hier bei mehreren Auslesen (716, 713, 695), daß die Seitenzweige der Kurztag behandelten Pflanzen an den einzelnen Nodien durchschnittlich weniger Hülsen ausgebildet hatten als die Langtagpflanzen, obwohl ihre Haupttriebe nach der photoperiodischen Behandlung mit einer starken Zunahme der an den einzelnen Nodien ausgebildeten Blüten reagierten.

Wie in dem Abschnitt über die Untersuchung der morphologischen Veränderungen bereits ausgeführt wurde, ist bei der Masse der untersuchten Auslesen die Anzahl der ausgebildeten Internodien infolge der photoperiodischen Nachwirkung herabgesetzt. Die gleichzeitige Zunahme der an den einzelnen Nodien ausgebildeten Blütenknospen und damit auch die Zunahme der zur Ausreife gekommenen Hülsen ist im Verhältnis so stark, daß auch der Kornertrag der nach photoperiodischer Behandlung aufgewachsenen Pflanzen im Vergleich zu den unter dauerndem Langtag gezogenen bedeutend gesteigert ist. Tabelle 15 gibt für das Jahr 1937 für 50 Auslesen die Kornerträge an. Während die photoperiodisch behandelten Pflanzen einen durchschnittlichen Kornertrag von 10,68 g ($m = \pm 0{,}67$) je Pflanze haben, ergaben die unter Langtag aufgewachsenen Pflanzen nur einen mittleren Kornertrag von 7,8 g ($m = \pm 2{,}66$) je Pflanze. Die Schwankungsbreite der Erträge ist dabei bei beiden Behandlungsarten etwa gleich groß, bei den photoperiodisch behandelten Pflanzen schwankt der Ertrag zwischen 2,1 und 26,1 g je Pflanze und bei den Langtagpflanzen zwischen 2,2 und 25,2 g. Auch hinsichtlich der Beeinflussung des Ertrages durch die Tageslänge reagieren die untersuchten Stämme durchaus nicht einheitlich. 32 Stämme ergaben als Folge der 21tägigen Kurztagbehandlung einen zum Teil wesentlich erhöhten Einzelpflanzenertrag (13,3 gegenüber 7,1 g), 10 Stämme wiesen einen geringeren Ertrag auf (8,2 g gegenüber 12,7 g) und nur 8 zeigten ganz geringfügige Abweichungen (6,2 g gegenüber 6,0 g).

Für die Speicherung von Öl und Rohprotein in den Samen kommt nur die Zeit nach dem Abschluß des vegetativen Wachstums in Frage, wenn die Pflanzen die von ihnen neu gebildeten Kohlehydrate und Proteine nicht mehr zur Ausbildung neuer Sproßteile und Blätter benötigen. Diese Abhängigkeit des Ölgehaltes von der Dauer der Vegetationszeit konnte für Leinsamen von N. Ivanov (12), Ermakov (7), Dillmann (6), Chochloff (5) und Mengersen (20) bestätigt werden. Durch die photoperiodische Behandlung ist aber außer einer Verkürzung der Zeit bis zum Eintritt der Blüte auch eine Reifebeschleunigung eingetreten. In unseren Versuchen des Jahres 1937 reiften die Samen photoperiodisch behandelter Pflanzen im Durchschnitt nach 146 Tagen aus, während die der dauernd unter Langtag gewachsenen Pflanzen nach durchschnittlich 149 reiften. Da aber die photoperiodisch behandelten Pflanzen wesentlich früher zur Blüte kamen (nach 32 Tagen gegenüber 59,5 Tagen), ist die Zeit, die ersteren zur Ausbildung der Samen und Einlagerung von Reservestoffen zur Verfügung stand, wesentlich größer (111 Tage statt 96,5 Tage). Der geringe Unterschied in der Gesamtvegetationszeit ist sicher durch die im Herbst herrschenden niedrigen Temperaturen bedingt, wodurch die bei den Kurztag behandelten Pflanzen induzierte Entwicklungsbeschleunigung zum großen Teil wieder aufgehoben

wird. Die gleichen Beobachtungen konnten wir auch bei den im ersten Teil dieser Arbeit beschriebenen Untersuchungen über den Einfluß der Temperaturen auf die photoperiodische Nachwirkung machen. Wurden bei höherer Temperatur photoperiodisch behandelte Pflanzen für die weitere Entwicklung tieferen Temperaturen ausgesetzt, so ergab sich zwar immer noch eine starke Beschleunigung des Blüheintritts als Wirkung der photoperiodischen Behandlung, im Eintritt der Reife war aber nur noch ein ganz geringer Unterschied festzustellen.

Es wäre also anzunehmen, daß die Samen der Langtagpflanzen öl- und auch rohproteinärmer sein müßten als die der kurztagbehandelten. Die 1937 vorgenommenen Öl- und Rohproteinuntersuchungen ergaben aber keine wesentlichen Unterschiede. In Tabelle 15 sind die Ergebnisse dieser Untersuchungen zusammengefaßt.

Der mittlere Ölgehalt der Samen photoperiodisch behandelter Pflanzen betrug 17,15 % gegenüber 16,08 % bei den Langtagpflanzen. Die entsprechenden Werte für den mittleren Rohproteingehalt waren 37,36 % und 36,8 %. Diese Unterschiede sind zwar nicht groß, lassen aber bei Berücksichtigung des auch nicht großen Unterschiedes von 15 Tagen der Zeiten vom Blühbeginn der Pflanzen bis zur Reife einen Einfluß erkennen. Die Öluntersuchungen des Jahres 1936 ergaben keinen Unterschied. Die Samen der photoperiodisch behandelten Pflanzen enthielten 15,9 % gegenüber 15,8 % Öl bei den Langtagpflanzen. Auch die Variationsbreite sowohl beim Öl- wie auch beim Rohproteingehalt ist bei den photoperiodisch behandelten und denen unter dauerndem Langtag aufgewachsenen Pflanzen gleich.

Tabelle 15
Mittlerer Kornertrag, Rohprotein- und Ölgehalt im Jahre 1937

| Jahr | Photoperiodisch behandelte Pflanzen | | | Bei Langtag gewachsene Kontrollpflanzen | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Durchschnittlicher Pflanzenertrag g | Ölgehalt % | Rohproteingehalt % | Durchschnittlicher Pflanzenertrag g | Ölgehalt % | Rohproteingehalt % | |
| 1937 | 10,68 | 17,15 | 37,6 | 7,8 | 16,08 | 36,8 | M |
| | 2,10 | 12,9 | 28,7 | 2,2 | 14,4 | 30,3 | Minimum |
| | 26,10 | 20,6 | 45,4 | 25,2 | 20,7 | 44,2 | Maximum |

## Besprechung der Ergebnisse

Fassen wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen über die durch photoperiodische Nachwirkung bedingten Änderungen im morphologischen Aufbau der Sojabohnen, sowie den Chlorophyll-, Rohprotein- und Trockensubstanzgehalt der Blätter, wie den Gehalt der Samen an Öl und Rohprotein zusammen, so können wir feststellen, daß nicht sämtliche untersuchten Stämme einheitlich reagieren, was ja auch zu erwarten war, da es sich infolge der verschiedenen Herkunft der Sorten und besonders wegen des großen Anteils von Stämmen aus bisher durch Züchtung nicht beeinflußten mandschurischen Landsorten um ein sehr heterogenes Material handelt. Es konnten Stämme gefunden werden, die, obwohl die Sojabohne eine ausgesprochene Kurztagpflanze ist, in den verschiedenen in der vorliegenden Arbeit untersuchten Eigenschaften an die bei uns herrschenden langen Tage angepaßt sind. Es ist dabei aber zu berücksichtigen, daß, wie im ersten Teil dieser Arbeit und auch durch andere Autoren bereits festgestellt wurde, eine starke Abhängigkeit der Reaktionsart und -stärke von der während der photoperiodischen Behandlung herrschenden Temperatur besteht.

Die Zunahme des Chlorophyllgehaltes in den Blättern der photoperiodisch behandelten Pflanzen und ihr erhöhter Trockensubstanz- und Rohproteingehalt, sowie der etwas höhere Öl- und Rohproteingehalt der Samen photoperiodisch behandelter Pflanzen stehen sicher in enger Beziehung zueinander, da die Pflanzen infolge ihres höheren Chlorophyllgehaltes imstande sind, größere Mengen von Reservestoffen zu bilden.

Während Harder und v. Witsch (9) eine starke Zunahme der Sukkulenz in den Blättern als Folge der photoperiodischen Behandlung bei Kalanchoe Bloßfeldiana beobachteten, zeigten die von uns untersuchten Sojabohnenstämme mit Ausnahme von nur 2 Stämmen eine, wenn auch geringe Zunahme der Trockensubstanz der Blätter. Die Abnahme des Trockensubstanzgehaltes in den Blättern der Stämme 729 und 193 ist aber auch nur gering, während Harder und v. Witsch eine starke Sukkelenzsteigerung beobachteten. Es ist möglich, daß die andersartige Reaktionsweise der Kalanchoe darauf zurückzuführen ist, daß ihre Blätter auch unter Langtagbedingungen eine gewisse Sukkelenz zeigen, die bei den Blättern der Sojabohne nicht vorhanden ist.

Die Beobachtungen an Sonnen- und Schattenblättern der Laubbäume sowie an Pflanzen, die unter Dauerlicht aufgezogen wurden, haben gezeigt, daß mit zunehmender Lichtmenge der Gehalt der Blätter an Chlorophyll steigt, und daß bei den Schattenblättern der Laubbäume außerdem eine Verminderung der Palisadenschicht und des Gesamtblattquerschnittes eintritt. Ganz entgegengesetzt waren die oben wiedergegebenen Befunde an Blättern photoperiodisch behandelter Sojapflanzen, die, obwohl die Entfaltung ihrer Kotyledonen und Primärblätter unter verkürzter Tageslänge, also bei verminderter Lichtmenge vor sich ging, eine morphologische Ausbildung und einen Chlorophyllgehalt zeigten, wie er an sich für Blätter charakteristisch ist, die sich unter günstigen Lichtbedingungen entwickelt haben.

Die Vermehrung des Chlorophyllgehaltes der Blätter hat zu einer Erhöhung des Kohlehydratgehaltes geführt, während die Menge des Rohproteins in den Blättern unverändert zu sein scheint, so daß der prozentuale Gehalt der Blätter an Rohprotein etwas gesenkt ist. Die auch von anderen Autoren beobachtete Änderung des C/N-Verhältnisses ist aber sicher ebenso wie die morphologischen Änderungen nur eine sekundäre Folge der photoperiodischen Behandlung.

## Zusammenfassung


1. Vergleichende Freilandbeobachtungen über die photoperiodische Nachwirkung an einem größeren Sortiment verschiedener Sojabohnenherkünfte in den Jahren 1936 und 1937 führten zu der Feststellung, daß die Temperatur während der photoperiodischen Behandlung von großem Einfluß auf die Stärke der Reaktion, gemessen an der Beschleunigung des Blühbeginns, ist.

2. Entsprechende Untersuchungen an 3 Soja- und Buschbohnenstämmen im Gewächshaus unter kontrollierten Temperaturverhältnissen bestätigten diese Beobachtung und führten zu folgenden Ergebnissen:

a) Durch die Erhöhung der Temperatur im Jugendstadium kann eine starke Blühbeschleunigung bewirkt werden.

b) Die Wirksamkeit der photoperiodischen Behandlung ist weitgehend von der während der Behandlung herrschenden Temperatur abhängig. Mit steigender Temperatur nimmt die Blühbeschleunigung unabhängig von Temperatur und Photoperiode nach der Behandlung zu.

c) Auch bei niedrigerer Temperatur, bei der keine oder nur eine geringe Wirkung zu beobachten ist, führt die photoperiodische Behandlung zur Bildung des allerdings noch hypothetischen Blühhormons oder seiner Vorstufe, das aber erst bei höherer Temperatur wirksam werden kann.

d) Es wurde der Versuch unternommen, die Wirkung von Temperatur und Photoperiode quantitativ zu erfassen.

e) Die verschieden starke Reaktion der einzelnen Stämme bei niedrigerer Temperatur deutet auf ein verschieden hohes Temperaturbedürfnis der Stämme hin. Wärmeanspruchslosere Stämme reagieren bei niedrigeren Temperaturen weit stärker als wärmeanspruchsvolle, während umgekehrt bei höherer Temperatur diese stärkere Wirkung als jene zeigen.

f) Die von der Temperatur und dem Photoperiodismus ausgelösten inneren Veränderungen der Pflanzen scheinen vollkommen autonom zu verlaufen.

3. Die photoperiodische Nachwirkung äußert sich in weitgehenden Veränderungen des morphologischen Aufbaus der Pflanzen. Die photoperiodisch behandelten Pflanzen sind gedrungener, ihre Internodien im allgemeinen verkürzt und ihre Zahl herabgesetzt, ihre Blätter sind kleiner, verdickt und von dunklerer Farbe. Die Zweigbildung ist ebenfalls verstärkt und beginnt früher als unter Langtagbedingungen.

4. Der Chlorophyllgehalt der Blätter ist erhöht und auch der Trockensubstanzgehalt zeigt eine geringe Vermehrung. Der Rohproteingehalt ist dagegen herabgesetzt.

5. Als Folge der photoperiodischen Behandlung werden, bereits an den untersten Internodien beginnend, mehr Blüten ausgebildet als unter Langtagbedingungen, wodurch auch der Kornertrag nach photoperiodischer Behandlung bedeutend erhöht wird.

6. Da das Untersuchungsmaterial sehr heterogen war, konnten Typen aufgefunden werden, die sich in den genannten Eigenschaften abweichend verhielten und an die längere Tagesdauer angepaßter sind.

## Schrifttum

1. Cajlachjan, M. Ch., On the hormonal theory of plant development. C. R. Acad. Sci. USRR/3 (XII), 9, 243—247, 1936.
2. — — Concerning the hormonal nature of plant development processes. C. R. Acad. Sci. USRR XVI, 4, 227—230, 1937.
3. — — Der Einfluß von Ringelung und Transplantation auf die Blüte von Pflanzen. Bull. Acad. Sci. URSS Cl. Sci. math. et natur., Ser. biol. Nr. 5/6, 1249—1279 und engl. Zusammenfassung 1938.
4. — — Über das Blühhormon. Uspechi Sowr. Biol. X, 3, 515—570, 1939.
5. Chochloff, V., Ölgehalt und Jodzahl beim Züchten von Samenlein. Journal d. landw. Wissenschaft, Moskau, 7, 403, 1930.
6. Dillmann, A. C., Daily growth and oil contant of flaxseed. Journal of Agr. Res. 37, 357, 1928.
7. Ermakov, A. I., The influence of the date of sowing and quality of the oil from the seeds of oleiferous plants. Bull. Appl. Bot. III, Ser. Nr. 1, 71, 1933.
8. Gassner, G., Beiträge zur physiologischen Charakteristik sommer- und winterannueller Gewächse, insbesondere der Getreidepflanzen. Z. Bot. 10, 417—480, 1918.
9. Harder, R., und v. Witsch, H., Über die Einwirkung von Kurztagblättern auf im Langtag befindliche Blätter und Stengelteile der gleichen Pflanze. Planta 31, 523—558, 1940.
10. — — Über die Bedeutung des Alters für die photoperiodische Reaktion von Kalanchoe Boßfeldiana. Planta 31, 192—208, 1940.
11. Hartisch, J., Über die Wirkung der Keimstimmung auf landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Pflanzenbau 15, 265—288, 1939.

12. Ivanov, N. N., Variation in the chemical composition of the seed of oleiferous plants related to geographic factors. Bull. appl. Bot. and Plant Breed. **16**, 1—88, 1926.
13. Kar, Baikuntha Kumar., Über das Verhalten des Plastidenfarbstoffes photoperiodisch reagierender Pflanzen bei verschiedenem Lichtgenuß. Planta **26**, 420—462, 1937.
14. Long, E. M., Photoperiodic induction as influenced by environmental factors. Bot. Gaz. **101**, 168—188, 1939.
15. Lysenko, F. D., Der Einfluß des Wärmefaktors auf die Dauer der Entwicklungsstadien von Pflanzen. (Versuch mit Getreide und Baumwolle.) Beiträge der Versuchs- und Auslesewarte Aserbeidschan H. 3, Baku 1928.
16. Lysenko, T. D., Jarowisationsberichte Nr. I, Odessa 1932.
17. Melchers, G., Die Wirkung von Genen, tiefen Temperaturen und blühenden Pfropfpartnern auf die Blühreife von Hyoscyamus niger. Biol. Zentralbl. **57**, 1937.
18. — — Die Blühhormone. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. **57**, 1939.
19. — — Die Blühhormonforschung. Umschau H. **16**, 244—250, 1940.
20. Mengersen, Fr. Graf, Untersuchungen über den Einfluß der Aussaatzeit auf den Ertrag und die wertbestimmenden Eigenschaften des Flachses. Landw. Jahrbücher **87**, 1—111, 1939.
21. Nagasima, G., On the developmental change of quantities of chlorophyll and carotinoid in the leaves of rice-plant, barley and wheat. Jap. Journ. of Bot. **9**, 227—296, 1938. Zit. nach Ref. Ber. wiss. Biol. **50**, 312, 1939.
22. Parker, M. W., and Borthwick, H. A., Effect of variation in temperature during photoperiodic induction upon initation of flower primordia in Biloxi soybean. Bot. Gaz. **101**, 145—167, 1939.
23. Rosenbaum, H., Untersuchungen zur Frage der Entwicklungsbeschleunigung bei Sojabohnen. Angew. Bot. XIX, 411—491, 1937.
24. Rudorf, W.. Entwicklungsphysiologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Roemer-Rudorf, Handbuch der Pflanzenzüchtung Bd. 1, 210—253, 1939.
25. Rudorf, W., Stelzner, G., und Hartisch, J., Untersuchungen zur Methodik einer Keimstimmung bei Wärme. Angew. Botanik **19**, 491—505, 1937.
26. Woycicki, St., Über Photoperiodizität bei Chrysanthemen. (Chrysanthemum indicum L.) Gartenbauwissenschaft **13**, 194—203, 1939.

## Carl Sigismund von Treskow-Friedrichsfelde-Stiftung

Die Pflanzenzüchtung hat in Deutschland von Beginn an Männern der praktischen Landwirtschaft starke Anregungen und Förderung zu verdanken. Erinnern wir nur an Wilhelm Rimpau und F. von Lochow, obwohl eine stattliche Zahl von Namen voller Klang angeführt werden müßte! Wissenschaftliche Pflanzenzüchtung hat sich nicht zulezt aus den Erfolgen der praktischen Zuchtarbeit heraus entwickelt. Die Zeiten allerdings, in denen durch einfachste Methoden z. B. durch Selektionszüchtung allein, große Erfolge erzielt werden konnten, sind vorüber. Pflanzenzüchtung ist Züchtungsforschung geworden und nur die Anwendung wissenschaftlicher Methoden, welche stetig den Fortschritten der Forschung auf allen Gebieten der Naturwissenschaften folgend, weiter verfeinert und neu ausgearbeitet werden, vermag noch wesentliche Erfolge zu verbürgen. In der Erkenntnis ihrer Bedeutung hat der Staat in zunehmendem Maße die Institute für wissenschaftliche Pflanzenzüchtung gefördert, damit die Früchte ihrer Forschung der landwirtschaftlichen Erzeugung zugute kommen. Es ist aber eine besonders anzuerkennende beispielhafte Tat, wenn aus den Reihen der Landwirte heraus die Züchtungsforschung gefördert wird. Trotz aller Durchdringung der Pflanzenzüchtung mit wissenschaftlichem Denken und Forschen erschöpft sich Züchten nicht darin. Züchter und Züchtungsforscher, die Großes leisten, schaffen auch wie Künstler im Schauen großer Zuchtziele und in der leidenschaftlichen Hingabe an die Schöpfung neuer Rassen. Daher ist es besonders erfreulich, daß es dank einer Stiftung möglich ist, besondere Leistungen auf dem Gebiete der wissenschaftlichen und praktischen Pflanzenzüchtung künftig mit einem Preis zu belohnen.

Als Vorsitzender des Kuratoriums des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Züchtungsforschung, Müncheberg (Mark), gebe ich nachstehend Kenntnis von der Errichtung der Carl Sigismund von Treskow-Friedrichsfelde-Stiftung durch den Landrat a. D. Sigismund von Treskow. Möge der darin festgesetzte Preis, dem hohen Sinn des Stifters entsprechend, die Forscher im Müncheberger Institut und die praktischen Pflanzenzüchter zu großen Leistungen anspornen und mögen diese sich in der landwirtschaftlichen Erzeugung zum Segen des deutschen Volkes auswirken!

Herbert Backe
Staatssekretär im Ministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Aus der Stiftungsurkunde:

§ 3: Der Preis gebührt der hervorragendsten, sich in der Praxis auswirkenden Leistung auf dem Gebiete der wissenschaftlichen und praktischen Pflanzenzüchtung.

Hierbei ist es gleichwertig, ob sich die auszuzeichnende Leistung in der Landwirtschaft, im Garten-, Obst- und Weinbau oder in der Waldwirtschaft auswirkt.

§ 4: Der Preis kann an Reichsdeutsche und an Volksdeutsche verliehen werden.

§ 5: Träger des Preises können sein:
1. die wissenschaftlichen Mitarbeiter des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Züchtungsforschung in Müncheberg;
2. alle praktischen Landwirte und Pflanzenzüchter, die durch persönliche Arbeit hervorragende und schwierig herzustellende neue Züchtungen hervorgebracht oder bestehende Züchtungen wesentlich verbessert haben.

§ 6: Über die Zuerkennung des Preises entscheidet unter Ausschluß des Rechtsweges das Kuratorium des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Züchtungsforschung in Müncheberg (oder u. U.: „das folgende Kuratorium ......“) auf — schriftlich zu begründenden — Vorschlag des Institutsdirektors.

Kommt keine Einigung über den Preisträger zustande, so entscheidet der Vorsitzende des Kuratoriums.

Solange sich die Besitzungen Friedrichsfelde und Grocholin in den Händen der Familien von Treskow, von Sydow oder von Treskow-Rosen befinden, äußere ich den Wunsch, daß ein auf diesen Besitzungen ansässiges Familienmitglied in das Kuratorium des Müncheberger Instituts aufgenommen wird.

§ 7: Dem Preisträger ist die Auszeichnung mit einer in würdiger Form ausgestatteten, auf diese Stiftung hinweisenden und die Gründe für die Verleihung enthaltenden Urkunde durch den Institutsdirektor zu überreichen.

Die Urkunde ist von dem Vorsitzenden des Kuratoriums und von dem Institutsdirektor zu unterzeichnen.

§ 8: Der Preis soll in der Regel alljährlich — und zwar am 4. Oktober und möglichst ungeteilt — überreicht werden. Das Kuratorium kann jedoch von Fall zu Fall die Aufteilung des Preises in zwei Hälften beschließen.

Liegen in einem Jahr hervorragende Leistungen im Sinne des § 3 weder in der wissenschaftlichen noch in der praktischen Pflanzenzüchtung vor, so hat die Verteilung des Preises zu unterbleiben. Es liegt alsdann im Ermessen des Kuratoriums, im nächsten Jahr zwei Preise zu verteilen oder den nicht ausgeschütteten Preis ganz oder zum Teil zur Förderung wissenschaftlicher Pflanzenzüchtungsarbeiten, sei es in Form eines Stipendiums an junge Wissenschaftler, sei es in Gestalt sachlicher Unterstützung laufender oder in Angriff zu nehmender Forschungsarbeiten, zu verwenden.

## Aus der Geschichte des Gutes Friedrichsfelde

Von Wilhelm Rudorf, Müncheberg (Mark)

Das Gut Friedrichsfelde liegt vor den Toren von Berlin an der Reichsstraße 1 von Berlin nach Küstrin. 1816 erwarb Karl Sigismund von Treskow, geboren 1787, das Gut von den russischen Erben der Herzogin von Holstein. Den damaligen Verhältnissen entsprechend fand er in Friedrichsfelde noch eine reine Dreifelderwirtschaft vor. Schon früh bahnten sich Beziehungen zu Albrecht Thaer an und Friedrichsfelde wurde unter der Leitung von Karl Sigismund von Treskow zu einem fortschrittlichen und vorbildlichen Betrieb. Schon im Jahre 1816 wurden in Friedrichsfelde die ersten Kartoffeln im Felde gebaut, die bisher nur in den Gärten angebaut waren. 1817 wurde eine fünffeldrige Fruchtwechselwirtschaft eingerichtet und die Schläge entsprechend genau eingeteilt. In der Folge wurde der Hackfruchtbau (in erster Linie Kartoffelbau) stark ausgedehnt und eine geregelte Fruchtwechselwirtschaft mit Kartoffeln, Sommergetreide, Klee, Wintergetreide durchgeführt. Von 1816 an bis zur Gegenwart besteht ein Lageplan mit Schlageinteilung und Angaben der Größe der Schläge. Die jährlich angebauten Fruchtarten sind von dieser Zeit an eingetragen. Es kann also noch heute für jeden Schlag in Friedrichsfelde die Fruchtfolge der letzten 125 Jahre festgestellt werden. Von 1887 an finden sich auch Angaben über die Menge und Art der künstlichen Düngung.

1825 und 1826 vergrößerte Karl Sigismund von Treskow seinen Besitz und führte dann eine achtjährige Fruchtfolge durch, in die auch Erbsen mit aufgenommen wurden. Kartoffeln folgten auf den Schlägen in jedem 4. Jahr.

Neben den Kartoffeln haben Klee und Luzerne eine große Bedeutung in der Verbesserung des Bodens und Steigerung der Erträge durch einen ver-

mehrten Rindviehbestand gehabt. Der Luzernebau wurde 1818 eingeführt, zunächst im Gemisch mit Klee. Vom Jahr 1824 ab wurde aber reine Luzerne angebaut. Der Feldfutterbau war eine Notwendigkeit, weil die vorhandenen Wiesen zu naß waren. Wahrscheinlich wurde in Verbindung mit dem Anbau der Luzerne Mergelung der Felder vorgenommen. Große Mergelgruben in der Feldmark bezeugten bis vor wenigen Jahren, in welchem Umfang diese Maßnahmen durchgeführt wurden. Jetzt sind sie teilweise mit Berliner Ausschachtungsböden ausgefüllt und eingeebnet worden. Aber auch die auf Flußsand im Spreetal liegenden Flächen wurden im Laufe der Zeit in einen besseren Kulturzustand gebracht und hier wurde das Vorwerk Karlshorst gegründet, das durch die Anlage der Rennbahn im Jahr 1894 bekannt geworden ist.

Anbauverhältnis Friedrichsfelde in % der Ackerfläche

| | Getreide | Hackfrucht | Luzerne | Klee | Leguminosen | Ölfrucht | Zwischenfrucht | Brache | Rieselfelder |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1816 | 65 | 6 | — | — | 6 | — | — | 23 | |
| 1820 | 43 | 26 | 5 | 21 | — | — | — | 5 | |
| 1825 | 53 | 26 | 13 | 13 | — | — | — | — | |
| 1830 | 27 | 41 | 17 | 7 | 10 | — | — | 3 | |
| 1835 | 27 | 39 | 23 | 15 | 3 | — | — | — | |
| 1841 | 38 | 23 | 21 | — | — | — | 2 | 11 | |
| 1845 | 26 | 22 | 33 | 7 | — | — | 2 | 10 | |
| 1850 | 40 | 21 | 32 | 4 | — | — | — | 1 | |
| 1860 | 46 | 20 | 11 | 10 | 2 | 7 | — | — | |
| 1878 | 48 | 23 | 19 | 7 | 3 | — | — | — | |
| 1922 | 47 | 36 | 6 | 4 | 7 | — | — | — | |
| 1934 | 56 | 36 | 2 | — | — | — | — | — | 7 |

Wie aus der Aufstellung über das Anbauverhältnis in Friedrichsfelde hervorgeht, hat die Kartoffel einen ständig großen Anteil der Ackerfläche genommen. Bei der Luzerne stieg der Anteil bis zum Jahr 1850 auf etwa $^1/_8$ der Gesamtfläche. Der Anbau des Rotklees wurde in den Zeiten größter Ausdehnung der Luzerne zurückgedrängt. Für den Luzernebau der damaligen Zeit ist übrigens von Bedeutung zu erfahren, daß die Luzerneschläge 10—12 Jahre in Nutzung waren. Auswinterungsschäden scheinen sehr wenig vorgekommen zu sein, denn nur im Jahre 1830 findet sich die Notiz, daß die Luzerne in diesem strengen Winter ausgewintert sei.

1846 starb Karl Sigismund von Treskow. Daß er nicht nur ein fortschrittlicher, sondern auch ein erfolgreicher Landwirt war, geht allein aus der Tatsache hervor, daß er jedes seiner 9 Kinder mit einem Gut ausstatten konnte. Er hatte eine Wirtschaft von seinem Vater geerbt.

In Friedrichsfelde folgte ihm sein vierter Sohn Karl Sigismund, der zunächst aktiver Offizier beim Garde du Corps war und dann Landwirt wurde. Die Wirtschaft wurde im Sinne des Vaters weitergeführt. In den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts ist eine starke Abnahme des Luzernebaues festzustellen, die wahrscheinlich dadurch zu erklären ist, daß der Feldfutterbau zugunsten eines stärkeren Getreidebaues eingeschränkt werden konnte, weil die früher sumpfig nassen Wiesen nach der Melioration Grünfutter und Heu lieferten. Der Kartoffelbau behielt aber seine große Bedeutung, und es wurden bis zu 6 ha Feldgemüse angebaut.

1882 starb der zweite Karl Sigismund von Treskow auf Friedrichfelde, der Vater des Stifters. Dieser war nach juristischem Studium Assessor geworden und 1898 zum Landrat des Kreises Niederbarnim gewählt worden.

Er übte dieses Amt bis 1905 aus, um sich dann ganz der Landwirtschaft zu widmen, zumal er noch zwei Güter im jetzigen Warthegau zu verwalten hatte. Der Stifter Sigismund von Treskow führte 1898 den Zuckerrübenbau ein. Ganz besonderer Wert wurde auf die Milchviehhaltung gelegt. Die Wirtschaftsführung wurde indessen durch das ungestüme Vordringen der Stadt Berlin immer schwieriger. Statt ursprünglich 450 ha umfaßt Friedrichsfelde zur Zeit nur noch etwa 285 ha. Und schon gehen weitere Ländereien durch die Neuanlage eines großen Rangierbahnhofes verloren, der die Feldflur außerdem in sehr störender Weise zerschneidet. Der Kampf um die Fortführung der Landwirtschaft wird aber zäh geführt.

Der Stifter Sigismund von Treskow ist nicht nur ein erfolgreicher Landwirt, sondern hat besonders regen Anteil an den Fortschritten der Forschung genommen. Er ist seit langen Jahren Mitglied der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften und hat besonders die Arbeiten des Müncheberger Institutes mit stetigem Interesse verfolgt.

Der nachfolgenden Zusammenstellung, die einen kleinen Auszug aus den Angaben in den Aufzeichnungen über die Fruchtfolge darstellt, sind interessante Einzelheiten über die Entwicklung der Landwirtschaft in Friedrichsfelde zu entnehmen. Aus allem gewinnt man den Eindruck, daß die von Treskows fortschrittliche und tüchtige Landwirte waren bzw. noch sind.

**1816** Die bisher nur im Garten angebauten Kartoffeln werden erstmalig auf dem Felde angebaut.

**1819** „Durch Stalldüngung, Kompost, Modder und besonders durch die Brennerei, welche 1817 in Gang kam, hatte der Düngerzustand sich bereits sehr verbessert. Der Klee und die Luzerne gerieten mit Hilfe des Gipses sehr gut. Es wurde nicht unbedeutend Jauche auf die Wiesen gefahren. Es wurde eine Kartoffelflockenfabrik gebaut."

**1823** und in den folgenden Jahren wird $^1/_4$ bzw. $^1/_2$ Schlag Topinambur angebaut.

**1825** wird zum erstenmal Grünfuttermenge erwähnt.

**1828** wird die Gipsdüngung zu Luzerne und Klee besonders hervorgehoben und als sehr günstig angesehen. Außerdem werden erstmalig Wicken angebaut. Der Anbau von Spörgel offenbar als Stoppelfrucht wird erwähnt.

**1830** Spörgel und Wasserrüben wurden als Zweitfrucht auf abgehüteten Weiden angebaut. Von diesem Jahr an wird auch Roggen zu Grünfutter angebaut, auf den Kartoffeln im selben Jahr folgen. 1831 geschieht dies schon auf etwa 40 Morgen.

**1831** erstmalig Anbau von Sommerweizen und Wiesenlieschgras.

**1832** auf einem Luzerneschlag werden nach dem 1. Schnitt noch Kartoffeln angebaut.

**1834** herrschte eine große Dürre, der Viehbestand konnte nur mit Hilfe der Luzerne durchgehalten werden.

**1850** erstmalig Anbau von Grünfuttermais.

**1853** erstmalig Anbau von Pferdebohnen.

**1854** Anbau von Weißklee und englischem Raygras zur Samengewinnung.

**1858** erstmalig Anbau von Winterraps, Winterrübsen und Sommerraps.

**1860** Von 1860 an wird Sandluzerne, also wohl Bastardluzerne angebaut.

**1872** wurden 16 Morgen Leindotter angebaut.

**1876** wird ausdrücklich der Anbau von weißen Lupinen erwähnt.

**1877** Zwei der ältesten Zuchtsorten von Weizen, „Frankensteiner" und „Sandomir" werden angebaut.

**1886** wird Seeländer und Probstheier-Roggen angebaut, es ist ausdrücklich vermerkt, daß diese gedrillt wurden.

**1887** befindet sich, abgesehen von der Mergeldüngung, zum 1. Mal die Angabe, daß 1 Ztr. künstlicher Dünger gegeben wurde.

**1891** wurde folgende Düngung zum Roggen gegeben; 3 Ztr. Kainit, 2 Ztr. Thomasmehl, $^1/_2$ Ztr. Chilesalpeter.

**1895** trat außerdem Kalkdüngung hinzu.

# Referate

**Anderson, E. G., und R. A., Brink,** Translocations in Maize involving chromosome 3. (Translokationen am 3. Chromosom vom Mais.) Genetics **25**, 299—309 (1940).

Es wird über 21 durch Röntgenstrahlen entstandene Translokationen beim Mais, die das 3. Chromosom betreffen, berichtet. Die Translokationen wurden zytologisch und genetisch geprüft, wobei sich ergab, daß sie über das Chromosom etwa vom Ort des Faktors $d_1$ auf dem kurzen Arm bis zum Ort des Faktors $a_1$ am distalen Ende des langen Arms verteilt sind. Einzelheiten über die genetischen Daten sind aus der Arbeit zu entnehmen. Ernst

**Appel, O.,** Taschenatlas der Kartoffelkrankheiten. I. Teil: Knollenkrankheiten. 3., neubearbeitete Auflage. Berlin, Verlag Paul Parey 1939. 24 Taf. geb. Rm. 5,—.

In der Reihe der bekannten Taschenatlanten von Parey ist das 1. Bändchen über die Knollenkrankheiten der Kartoffel in 3. Auflage erschienen. Bei der Bearbeitung sind die neuen Forschungsergebnisse berücksichtigt worden. Die vornehmlich an frühreifenden Sorten beobachtete Alternaria-Trockenfäule wurde völlig neu aufgenommen. Das Bändchen hat weiterhin eine Bereicherung erfahren durch die im Auszug angeführten Geschäftsbedingungen des Kartoffelhandels. Durch die klare Beschreibung und die guten farbigen Abbildungen wird dieses Werk weiterhin dem gesteckten Ziele, die Kenntnis der Kartoffelkrankheiten zu verbreiten, in hervorragender Weise dienen. Stelzner

**Bartels, K.,** Untersuchungen über die Vererbung quantitativer Eigenschaften: Die Stengellänge und Blütezeit des Leins. Ztschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre **78**, 14—58 (1940).

Die Arbeit knüpft an die Ergebnisse früherer Untersuchungen über die Vererbung quantitativer Eigenschaften an, die eingehend diskutiert werden. Zur Auswertung gelangen Kreuzungen 3 verschiedener Leine: 2 Ölleine subtropischer Herkunft: Cypern und Weimar und 1 Faserlein: Stockholm, die sich in der Stengellänge und in der Blütezeit unterscheiden. Sowohl die Elternformen als auch die Nachkommenschaften der Kreuzungen wurden familienweise variationsstatistisch auf Länge und Blütezeit untersucht. Zuerst wurde in Sektionsversuchen die Homozygotie verschiedener Extreme geprüft. Ebenso wie das Auftreten von Transgressionen von der $F_3$-Generation ab, mußte auf Grund dieser Resultate auf mindestens drei polymere Faktoren geschlossen werden, die in der Kreuzung Stockholm × Weimar auf die Stengellänge einwirken. Für eine weitergehende Analyse erwies sich das Studium der Variabilität der $F_3$, $F_4$ usw. Linien als ein erfolgreiches Hilfsmittel. Auf Grund eingehender Überlegungen wurde die Variabilität der Standardabweichungen vom Längenmittel untersucht. Die Verteilung der Standardabweichungen gruppiert sich um 2 Häufigkeitszentren. Diese Verteilung läßt den Schluß zu, daß ein Hauptfaktor wirksam ist, da die Variation der Nachkommenschaften der Varianten der beiden Kurvenbezirke in bezug auf ihre Standardwerte unterschiedlich ist. Zahlenmäßig entspricht das Verhältnis von eingipfeligen und abweichend variierenden Nachkommenschaften dem bei monofaktorieller Spaltung zu erwartenden Verhältnis 1 : 1, obwohl weitere, weniger

bedeutsame Faktoren noch im Spiel sind. Eine weitere Bestätigung bringt die Variation der Längenmittelwerte, die auch das Verhalten zeigt, wie es bei der Anwesenheit eines Hauptallelenpaares zu erwarten ist und wie an Hand der Übereinstimmung mit einem Faktorenschema gezeigt wird. Die dritte Bestätigung findet die Annahme durch die Übereinstimmung der Daten über die Vererbung der Blütezeit bei Stamm 64 der Kreuzung Stockholm × Weimar mit den Ergebnissen über die Stengellänge. Blütezeit und Stengellänge korrelieren in den Nachkommenschaften, die für die Stengellänge spalten, zeigen aber keine Korrelation bei nichtspaltenden Nachkommenschaften. Die Variationskurven der Blütezeit stimmen mit denen der Stengellänge überein und gestatten eine Kontrolle der bei der Stengellänge gefundenen Resultate. Nach den Übereinstimmungen der Annahmen mit den daraus folgenden Konsequenzen ist kaum mehr daran zu zweifeln, daß unter einer größeren Anzahl von Faktoren (mindestens 3) für die Stengellänge ein Faktorenpaar von besonderer Wirkung ist, das gleichzeitig mit dem Faktor für die Blütezeit identisch ist. In der Kreuzung Cypern × Stockholm konnte bei dem Zusammenwirken der verschiedenen Stengellängenfaktoren eine verminderte Genwirkung festgestellt werden. Hoffmann

**Beresowa, J. F.,** Bakterielle Methode zur Bekämpfung pilzlicher Krankheiten der landwirtschaftlichen Pflanzen. 1. Saatbakterisation als Mittel zur Bekämpfung von Krankheiten des Leins. Microbiology (Mikrobiologija russ.) **8**, 186—97 (1939). Labor. d. Inst. f. landwirtschaftl. Mikrobiologie, Moskau. [Russisch].

Die Behandlung mit mykolytischen Bakterien (Bakterisation) erscheint zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten geeignet, für die chemische Mittel nicht wirksam genug sind; das gilt z. B. für Fusarium lini, Fungus sterilis und Colletotrichum lini, die bei Flachs schwere Schäden verursachen können. Im Laboratoriums-Versuch wurde eine Suspension von $1{,}5 . 10^9$ Bakterien/ccm auf Sand von 80% Wasserkapazität gebracht und dieser im Verhältnis 3 : 1 mit der Leinsaat gemischt und nach 19—20 Stunden ausgesät. Gute Wirkung bei allen, bei anfälligen und weniger anfälligen Sorten; der Infektionsgrad wurde durch einzelne der untersuchten 25 Stämme der mykolytischen Bakterien um 80% gegenüber der Kontrolle vermindert. Die Bakterisation der Samen wirkte besser als die Bakterisation des Bodens, beste Wirkung durch Bakterisation der Samen und des Bodens. Bei der Aussaat für die Gefäß- und Feldversuche wurden die nach der feuchten Behandlung gekeimten Samen teilweise beschädigt; deshalb wurden halbtrockene und trockene Präparate durch Vermischen der flüssigen bzw. festen Kulturen mit Torf, Sand, Erde, Kaolin oder Sägespänen hergestellt. Ergebnis der mit 2 Kaolin- ($5—6 . 10^9$ Bakterien je Gramm; 2 kg/ha) und 4 Torfpräparaten ($10^9$/g; 20 kg/ha) durchgeführten Feldversuche: Keimfähigkeit um 10% besser als Kontrolle, Abnahme des Infektionsgrades um 20%, der Zahl stark infizierter Pflanzen um 40%; 21—87% weniger absterbende Pflanzen, 19% größere Dichte. Bei der Ernte 15% weniger Fusarium-befallene Pflanzen, 10—12% höherer Ertrag. Stamm $B_{17}$ ist der beste; in einigen Fällen aber bessere Erträge mit $F_{24}$. Die Torfpräparate waren zumeist wirksamer als die Kaolinpräparate, die nur auf leichten Sandböden (2 von 19 Versuchen) und bei nicht zu großer Feuchtigkeit etwas besser sind. Da in manchen Gebieten das eine Präparat, in anderen ein anderes günstiger wirkt, sind die Voraussetzungen der besten Wirkung der verschiedenen Präparate genauer zu untersuchen. Nach Vergleich mit chemischer Saatbeizung war die Bakterisation etwas besser als das Standardpräparat „PD" und etwas weniger wirksam als das in der Praxis noch nicht eingeführte beste Mittel, das giftige Hg-Präparat Granosan. Meyer

**Bergström, I.,** On the progeny of diploid × triploid Populus tremula, with special reference to the occurence of tetraploidy. (Über die Nachkommenschaft diploider × triploider Populus tremula, mit besonderer Beziehung auf das Vorkommen der Tetraploidie.) Hereditas **26**, 1—2, 191—201 (1940).

Mit diploiden weiblichen Aspen wurden die in Schweden gefundenen männlichen triploiden Aspen gekreuzt und die Chromosomen untersucht. Der Pollen der triploiden Formen ist sehr variierend in Qualität und Größe. Die Absicht war, durch diese Kreuzung tetraploide Pflanzen zu erhalten ($57 + 19 = 76$). Die kleinen und schwer zu unterscheidenden Chromosomen wurden an Wurzelspitzen untersucht, da die Reduktionsteilung am Blattstengel und an Vegetationspunkten schwer zu verfolgen ist. Die Fixierung erfolgte in chrom acet Formalin. Von 91 Pflanzen war eine Pflanze tetraploid mit $2n = 76$ Chromosomen. Der Gipfel der Variationskurven ist bei $2n = 50$ Chromosomen. Die Lebensfähigkeit der unregelmäßigen Chromosomenzahlen ließ eine Einteilung in 5 Gruppen zu: 1. Beste Lebensfähigkeit bei 38 Chromosomen; 2. schwach lebensfähig zwischen 42 und 46 Chromosomen; 3. nicht lebensfähig mit 46—50 Chromosomen; 4. steigendes Wachstum zwischen 50 und 54 Chromosomen; 5. zuerst schwache, später beste Pflanzen bei 76 Chromosomen. 9 Abbildungen von Blättern und eine Tabelle mit Größenmengen der Spaltöffnungen ist beigefügt. v. Wettstein

**Breslawez, L. P.,** Polyploide Formen des Sommerroggens. Dokl. Akad. Nauk SSSR. **29**, 328—332 (1940) [Russisch].

Samen von Sommerroggen wurden mit Colchicinlösungen verschiedener Konzentrationen behandelt. Die jungen Keimpflanzen, die aus den mit Colchicin behandelten Samen hervorgegangen waren, unterschieden sich von der Kontrolle in der Form und Farbe ihrer Blätter, die sehr breit und dunkelgrün gefärbt waren. In der Phase der Ährenbildung wurde das oberste Blatt derselben und die Spaltöffnungen gemessen. Drei Pflanzen wiesen Spaltöffnungen auf, die dreimal größer waren als bei der Kontrolle. Eine dieser Pflanzen erwies sich als echter Tetraploid, da in ihren Keimwurzeln 28 Chromosomen festgestellt wurden. Ferner konnten unter den Versuchspflanzen eine triploide Form (21 Chromosomen) und eine oktoploide Form ($2n = 56$) mit Sicherheit festgestellt werden. Auf die Fertilität hatte der polyploide Zustand bei dieser Kultur keinen Einfluß. Was die Größe der Samen anbetrifft, so konnte bei der triploiden Form die größten Dimensionen und das höchste Gewicht eines Einzelkornes verzeichnet werden. Die erhaltenen polyploiden Formen stellen nach Meinung des Vf. ein interessantes Material für die Roggenselektion dar. Haynberg

**Chmelář, F.,** Die natürlichen Bedingungen, die Entwicklung und der heutige Stand der Pflanzenzüchtung in Böhmen und Mähren. Mittlg. d. Tschech. Akad. d. Landw. **16**, 1—16 (1940) [Tschechisch].

Nach kurzer Schilderung der natürlichen Produktionsbedingungen und der landwirtschaftlichen Erzeugungsgebiete werden Angaben über die geschichtliche Entwicklung der Pflanzenzüchtung gemacht. Die Arbeit enthält sodann eine Übersicht der Zuchtstationen und Originalsorten. Vf. erblickt die nächsten Aufgaben der Pflanzenzüchtung im Protektorat Böhmen und Mähren in der Intensivierung der Züchtung von Futter-, Öl- und Faserpflanzen, sowie der Gemüse- und Blumenzüchtung. Als Zuchtziel bei Getreidearten wird besonders die Lagerfestigkeit hervorgehoben. Auf dem Gebiete der Gerstenzüchtung fehlt es an einer eiweißreichen Futtergerste. Der Kartoffelbau benötigt einen krebsfesten Erstlingsersatz. Heinisch

**Derdjukoff, W. K.,** Teschnologische Analyse der Spinnpflanzen mittels kleiner Gewichtsproben. Westn. Soz. Rasten **2**, 124—143 (1940) [Russisch].

Die vom Vf. vorgeschlagene Methode der technischen Analyse von Spinnpflanzen besteht im folgenden: Durchkämmen des Strohes mit Hilfe von undichten Kämmen; Sortierung des Strohes nach morphologischen Merkmalen in Fraktionen; Zusammenstellung der mittleren Probe proportional dem Gewicht jeder Strohfraktion; Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes des Strohes. Beim Flachs werden die besten Resultate bei einer Gewichtsprobe von 40 g erzielt, beim Hanf (bei einer Stengellänge von 100 cm) bei einer Gewichtsprobe von 100 g.

Die Untersuchungen des Weichens in Gegenwart von reinem Kupfer, Kupfer verzinnt mit Blei, Eisen, Eisen bedeckt mit Asphaltlack, Blei, Zinn und Zink zeigten, daß reines Kupfer von negativem Einfluß auf den Prozeß des Weichens ist, reines Eisen eine graue Farbe der Faser bewirkt, während das Weichen in Gegenwart von Blei, Zinn und Zink ohne wahrnehmbare Unterschiede von der Kontrolle verläuft. Das Bassin wird mit Wasser in einem Gewichtsverhältnis zum Stroh von 25 : 1 gefüllt. Die Zugabe von regenerierter Flüssigkeit beschleunigt die Dauer des Weichens um 8,5%, deren Anwendung jedoch bei der technischen Analyse nicht zweckmäßig ist. Das geweichte Stroh wird in einer speziellen Kammer bis zur 4,5—6 prozent. Feuchtigkeit getrocknet und nach 6—8 Tagen bearbeitet. Nach Bestimmung des Fasergewichtes wird die organoleptische Qualität der Faser festgestellt, wonach die einzelnen Spinnmerkmale der langen Faser untersucht werden. Nach den Resultaten der Analyse werden die Werteigenschaften des Objekts bestimmt.
Haynberg

**Dillewijn, C., van,** Zytologische Studien in der Gattung Populus L. Genetica **22**, 131—182 (1940).

Nach eingehender Literaturbesprechung und einer Übersichtstabelle über die bis jetzt bekannten Chromosomenzahlen in der Gattung Populus werden Populus nigra, P. nigra italica, P. brabantica, P. gelrica, P. robusta, P. deltoides var. missouriensis, P. serotina, P. alba näher in ihren Einzelheiten beschrieben. Eingehend wird außerdem sekundäre Assoziation, Nukleolus und Spindelfusion besprochen. Nach den Beobachtungen bei P. nigra und P. nigra italica hält der Vf. bei vollständiger Assoziation 8 Gruppen sekundärer Polyploidie für möglich. A"A-BBB-CCC-DDD-EE-FF-GG-HH. Der zytologische Befund für P. brabantica, P. gelrica und P. robusta spricht stark für die Bastardnaturen dieser Formen, so daß die morphologische Beschreibung eine Bestätigung erhält. P. deltoides March. var. missouriensis Henry, eine Form, die von manchen ebenfalls als Bastard angesprochen wird, findet durch die zytologischen Untersuchungen eine Bestätigung.
v. Wettstein

**Flovik, K.,** Chromosome numbers and polyploidy within the flora of Spitzbergen. (Chromosomenzahlen und Polyploidie in der Flora von Spitzbergen.) Hereditas **26**, 3—4, 430—440 (1940).

Von 68 Spezies und Varietäten der Flora Spitzbergens sind 80% polyploide Formen gefunden worden. Wie schon andere Autoren, meint Vf., daß eine Vermehrung von polyploiden Formen in extremem Klima als häufige Erscheinung anzusehen ist. Von allen untersuchten Formen waren nur Chrysosplenium alternifolium und Cochlearia officinalis diploid, von denen polyploide Formen in südlichen Gegenden vorkommen.
v. Wettstein

**Gilbert, S. M.,** Selection with in Coffea arabica in Tanganyika Territory. (Coffea arabica Selektion im Tanganyika Territorium.) East African Agricult. **4**, 249—253 (1939).

Die Station für Kaffeeforschung Lyamungu in Moshi stellte 1934 ein Programm auf zur Verbesserung des Kaffees auf züchterischem Wege. Das Programm sah vor, zunächst unter den Bäumen der Europäer- und Eingeborenenpflanzungen von Deutsch-Ost (meist C. arabica var. Bourbon) eine Individuenauslese auf Ertrag wie auf qualitative Merkmale der Rohbohne zu betreiben. Es wurden daraufhin 20 000 Bäume unter Beobachtung gestellt, von denen 50 ausgelesen wurden.

Die Ertragsleistung kann erst nach 4—6 jähriger Beobachtung sicher bestimmt werden, da neben Bäumen, die Jahr für Jahr gleichmäßig gut tragen, auch solche mit stark schwankenden Ernten auftreten. Der mittlere Ertrag an Kaffeekirschen ist 1,5 kg je Baum und Jahr. Der Minimumstandard für die Auslese war 8,5 kg. Da die Pflanzer ihre Ernte teils roh, teils entpulpt verkaufen, mußte auch der Ertrag an gereinigten Bohnen beobachtet werden. Es zeigte sich, daß der Kirschenertrag nicht direkt mit der Bohnengröße korrespondiert. Oft beruht

der größere Ertrag eines Baumes an rohen Kirschen lediglich auf der größeren Menge Fruchtfleisch.

Die Auslese auf Qualität bietet Schwierigkeiten, da einmal zwischen Qualität und Aussehen der Rohbohnen nur grobe Korrelationen bestehen und zum andern die Qualität des fertigen Getränks sehr stark von der Art des Röstens und der Zubereitung abhängt. Als qualitative Merkmale der Rohbohne galten daher solche, die im allgemeinen eine gute Marktgängigkeit bedingen, z. B. Größe und Gewicht der Bohne, eine gewisse Art der Rundung und Einheitlichkeit der Ernte. Zur Beurteilung dieser Eigenschaften genügt eine Probe von etwa 350 Bohnen.

Die Station plant weiterhin eine Auslese auf Wind- und Trockenresistenz, sowie auf gewisse Wuchstypen, die besseren Schutz gegen Krankheiten bieten oder geeignet sind für erosionsgefährdete geneigte Lagen. Für Sorten, die qualitativ sehr gut, aber nicht wüchsig genug sind, sucht man nach geeigneten Pfropfunterlagen.

Die Vermehrung der ausgelesenen Bäume geschieht durch Stecklinge. Nur mehrstämmige Bäume erzeugen diese in reichlicherer Anzahl, so daß dieser Kultivierungsart der Vorzug gegeben werden soll.

Vf. weist darauf hin, daß jeder Pflanzer andere Eigenschaften von seinen Bäumen verlangt, entsprechend den jeweiligen klimatischen, edaphischen und verkehrstechnischen Bedingungen seiner Farm. Die Station soll die Aufgabe erhalten, diesen Wünschen durch Lieferung von Stecklingen geeigneter Bäume gerecht zu werden. Roß

**Gustafsson, A., und E. Aberg,** Two Extreme X-Ray Mutations of Morphological Interest. (Zwei extreme Röntgenmutanten von morphologischem Interesse.) Hereditas **26**, 257—261 (1940).

In einer Röntgen-$F_2$ aus Samenbehandlung traten bei der Gerste „Golden Barley" (Gullkorn) 2 Mutanten auf, die außerhalb des normalen Mutationsrahmens der Gerste stehen. Bei der einen Mutante handelt es sich um die Bildung von 2 Blütchen statt eines in den Ährchen der mittleren Reihe, bei der anderen um eine Verbreiterung der Hüllspelzen, die hier in 2 Grannen verschiedener Länge endigen. Erstere Mutante ist steril, letztere dagegen vollfertil und zeichnet sich durch besonders große Körner aus. Die Bedeutung dieser Mutanten für die Entstehung neuer Formen und die Züchtung wird diskutiert. Ernst

**Györffy, B.,** Die Colchicinmethode zur Erzeugung polyploider Pflanzen. Züchter **12**, 139—149 (1940).

Die künstliche Auslösung polyploider Pflanzen besitzt für die praktische Züchtung ein sehr großes Interesse, wenn man bedenkt, daß die Vervielfachung des Genoms bei der Artentwicklung in der Natur und bei vielen unserer Kulturpflanzen eine sehr wesentliche Rolle spielt, und daß es gelingt, bei zunächst sterilen diploiden Bastarden durch künstliche Verdoppelung der Chromosomensätze (Amphidiplioidie) wieder zu fertilen Formen zu kommen. Die wichtigste Methode, in reichlicher Menge Polyploide zu erzeugen, ist die der Behandlung mit Colchicin geworden. Vf. gibt in vorliegender Arbeit in zusammenfassender Darstellung einen Überblick über die verschiedenen Arten der Colchicinbehandlung, die schnell zur Herstellung polyploider Pflanzen führen. Die für den Züchter wichtigen Punkte, insbesondere auch die Kennzeichen für den Erfolg der Behandlung, werden klar herausgestellt und Einwände gegen die praktisch-züchterische Anwendbarkeit der Colchicinmethode, die von Werner gemacht wurden, widerlegt. Eine Reihe von Beispielen und eine tabellarische Übersicht über die bisher durch Colchicin erzeugten Polyploiden ergänzen die Ausführungen. Ernst

**Hackbarth, J.,** Dreijährige Ertragsprüfungen mit Tomaten-Zuchtstämmen aus Kreuzungen mit Sol. racemigerum. Gartenbauwiss. **15**, 36—47 (1940).

Es wird über 3 jährige Ertragsfeststellungen an Nachkommenschaften aus Kreuzungen zwischen Kulturtomaten und der Wildart Solanum racemigerum

berichtet. Als Standardsorte wurde „Bonner Beste“ gewählt. Zahlreiche Zuchtstämme überragten diese Sorte im Ertrag und in der Frühreife. Alle Stämme besaßen die Platzfestigkeit von S. racemigerum. Die Fruchtgröße läßt noch zu wünschen übrig. Auf dem Wege der Rückkreuzung mit Kultursorten hofft der Vf., zu Stämmen mit genügender Fruchtgröße zu gelangen. Einige Zuchtstämme erwiesen infolge der bei ihnen verwirklichten Kombination aller oder mehrerer günstiger Eigenschaften ihre Eignung für den Anbau. Schmidt

**Hakansson, A.,** Die Meiosis bei haploiden Pflanzen von Godetia Whitneyi. Hereditas **26**, 411—429 (1940).

Die Untersuchung befaßt sich mit der Meiosis von 2 haploiden Pflanzen von Godetia Whitneyi, von denen die eine aus Bestäubung mit röntgenisiertem Pollen hervorging, während die andere spontan auftrat. Bivalente, deren Entstehung auf Duplikationen im haploiden Chromosomensatz zurückgeführt wird, treten in der Reduktionsteilung sehr selten auf, und zwar in weniger als 1% der PMZ; sie haben meist ein terminales oder subterminales Chiasma, gelegentlich sind sie auch ringförmig. Nach Auflösung der Kernmembran liegen die Chromosomen ein wenig zerstreut, ordnen sich dann aber vielfach in einer Metaphaseplatte an, jedoch nicht in allen PMZ. Häufig verbleiben die Chromosomen in diesem Stadium und bilden nach einiger Zeit einen Restitutionskern, aus dem nach der 2. Teilung eine Dyade hervorgeht. In anderen Fällen können die eingeordneten Univalente — die Bivalente verhalten sich so wie in normalen diploiden Pflanzen — eine Anaphasebewegung durchmachen, wobei in der Regel das Centromer ungeteilt bleibt; eine äquationelle Teilung eines Univalents im 1. Teilungsschritt erfolgt nur in ganz seltenen Fällen. Außerhalb der Spindel liegende Chromosomen degenerieren oder führen zur Entstehung von Kleinkernen. In den meisten PMZ wird also nur ein Interkinesekern gebildet; haben sich aber mehrere Chromosomengruppen gebildet, so entsteht eine entsprechende Anzahl von Interkinesekernen. Die 2. Teilung erfolgt normal unter nunmehr einsetzender Spaltung der Centromeren. Infolge der häufigen Bildung von Restitutionskernen im Anschluß an die Metaphase I überwiegen als Endprodukte der Reduktionsteilung die Dyaden, die den gesamten Chromosomensatz besitzen; daneben kommen Triaden, Tetraden und einzelne Pentaden vor. Bei den Interkinesekernen zeigt sich, daß 2 Chromosomen in der Lage sind, einen Nukleolus zu bilden; bei dem einen entsteht er terminal, bei dem anderen submedian; das erstere scheint dabei das wichtigere zu sein, da meist nur dieses einen Nukleolus besitzt, wenn beide Chromosomen in einem Kern vereinigt sind. Abschließend werden die Beobachtungen im Zusammenhang mit Befunden an anderen Haploiden (Triticum, Oenothera, Matthiola) zusammenfassend besprochen. Ernst

**Hall, C. G. J. van.,** Coffea selection in the Netherland Indies. (Coffea Selektion in Niederländisch-Indien.) East African Agricult. **4**, 308—313 (1939).

In Niederländisch-Indien wird jetzt vorwiegend Coffea robusta angebaut, nachdem die frühere qualitativ beste Art C. arabica um 1870 der Rostkrankheit Hemileia fast vollständig erlag und die als Ersatz angebaute zunächst resistente C. liberica sehr bald ebenfalls der Krankheit keinen Widerstand mehr leisten konnte. In Niederländisch-Indien werden jährlich 110 000 t Kaffee produziert.

Man betreibt planmäßige Züchtung seit 25 Jahren, an der heute die Versuchsstationen in Bangelan, Banaran, Malang, die Besukistation in Djember und die Zentraljava-Versuchsstation beteiligt sind.

Es wurden zunächst Einzelindividuen auf Ertrag, Bohnenform und Krankheitsresistenz ausgelesen.

Die Vermehrung der ausgelesenen Bäume geschieht vor allem durch Pfropfungen. Dies hat den Vorteil der absoluten genetischen Übereinstimmung mit dem Mutterbaum, was sich u. a. in Gleichförmigkeit bezüglich der Reifezeit äußert. Dies ist sehr wichtig, da robusta mehrmals im Jahre blüht und fruchtet.

Außerdem können nematodenfeste Unterlagen bei empfindlichen Reisern verwendet werden. Nachteilig ist die Komplizierung der Plantagenarbeit durch die Pfropftechnik und die recht geringe Schößlingsproduktion der Mutterbäume. Es erwies sich als notwendig, für fast jeden Klon die geeignete Unterlage zu suchen, da eine bedeutende Qualitätsbeeinflussung durch die Unterlage festzustellen war. Das Verhalten der Klone variiert unter verschiedenen klimatischen Bedingungen sehr stark, so daß man zum Teil daran geht, den Pflanzern Anleitungen zu geben, damit sie die für ihr Land am besten geeigneten Klone selbst herausfinden.

Neben der vegetativen wurde auch die generative Vermehrung betrieben. Einzelne Zweige der ausgelesenen Bäume wurden mit Moskitonetzen umhüllt. Infolge der hochgradigen Selbststerilität gerade von robusta wurden nur wenig Samen erhalten. Die Selbstungen und intraspezifischen Kreuzungen hätten oft enttäuschende Ergebnisse; in Einzelfällen wurden aber auch ausgezeichnete Pflanzen erhalten.

Die Suche nach Hemileia-resistenten Sorten ist bis jetzt erfolglos geblieben. Man versucht daher durch Kreuzung der var. Uganda mit der resistenten Art C. congensis eine Hemileia-resistente Sorte zu schaffen. Die Nachkommen „conuga" gelten als viel versprechend. Gearbeitet wird weiter mit der auf gewissen Böden sehr produktiven Varietät Quillou, den Arten C. canephora und der resistenten laurentii, sowie der neu importierten Form kapakata.

Da die Kombinationszüchtung noch nicht über die $F_1$ hinausgediehen ist, so ist es verständlich, wenn sich praktisch brauchbare Ergebnisse bis jetzt nur durch Individuenauslese und Klonvermehrung haben erzielen lassen. Roß

**Hämmerling, J.,** Fortpflanzung im Tier- und Pflanzenreich. (Sammlung Göschen 1138.) Berlin, Verlag Walter de Gruyter u. Co. 1940. 131 S.

Die mannigfaltigen und oft komplizierten Vorgänge der Fortpflanzung werden im vorliegenden Göschenbändchen in sinnvoller auch für den Nichtbiologen verständlichen Weise dargestellt. Vf. unterscheidet in der Darstellung zwischen Morphologie und Physiologie der Fortpflanzung. Vorgänge und Vorrichtungen, die nur mittelbar oder rein äußerlich (z. B. sekundäre Geschlechtsmerkmale, usw.) mit der Fortpflanzung zu tun haben, bleiben unberücksichtigt: um so eindrucksvoller konnte die Aufklärung der morphologischen Verhältnisse erfolgen. Nach einer kurzen Erörterung der Beziehungen der Zell- und Kernteilung zur Fortpflanzung werden die beiden Arten der Fortpflanzung: die ungeschlechtliche (Agamogonie und vegetative Vermehrung) und die geschlechtliche Fortpflanzung oder Gamogonie eingehend in ihren mannigfaltigen Ausprägungen bei Pflanzen und Tieren besprochen. Im Anschluß daran finden der Kernphasen- und Generationswechsel (heterophasischer und homophasischer, sekundärer Generationswechsel z. B. bei Salpa democratica, Phylloxera vastatrix) ihre Berücksichtigung.

Die Darstellung der Physiologie der Fortpflanzung (Kern und Zellteilung. Befruchtungsvorgang, Fortpflanzungswechsel) wird dem neuesten Stande der Wissenschaft gerecht. Breider

**Hanow, R.,** Zwiebelarten, Allium. Handbuch der Pflanzenzüchtung Hrsg. von Th. Roemer und W. Rudorf, 232—251. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1940.

Das umfangreiche Gebiet der Alliumarten hat Vf. veranlaßt Allium Cepa in den Vordergrund seiner Betrachtung zu stellen und nur kurze Hinweise auf die entsprechenden Verhältnisse der verwandten Arten (A. sativum, Porrom, Schoenoprasum, fistulosum, ascalonicum u. a.) zu geben. Die Darstellung zeichnet sich durch Übersichtlichkeit aus. Bei der Darstellung der Bestäubungsverhältnisse, der Kreuzbarkeit oder der Variabilität der Werteigenschaften kommt das Gegeneinander-Abwägen der Mitteilungen andrer Forscher in anerkennender Weise zum Ausdruck. Die Schwierigkeiten, die sich bei der Bewertung von Merkmalen ergeben, werden klar erkannt. Es wird dargetan, daß zur Zeit eine wesentliche Erhöhung des Marktwertes der Zwiebel durch Auswahl besonderer Sorten nicht möglich ist, weshalb auch Methoden der Düngung und Lagerung in Verbindung mit der Züchtung

Beachtung verdienen. Als sicherste und rentabelste Zuchtmethode schlägt Vf. die Familienzüchtung mit Nachkommenschaftsprüfung vor. Neben der Herstellung von Neuzüchtungen sind die Züchtung auf Resistenz gegen die verschiedensten Krankheitserreger und die Züchtung auf Haltbarkeit unter Berücksichtigung der Eignung für Kühllagerung wesentliche Zuchtaufgaben. Breider

**Harder, R., und H. v. Witsch,** Über die Bedeutung des Alters für die photoperiodische Reaktion von Kalanchoe Bloßfeldiana. Planta **31**, 192 bis 208 (1940).

Kalanchoe Bloßfeldiana hat sich nach den Untersuchungen als ausgesprochene Kurztagpflanze erwiesen. Die in der Arbeit beschriebenen Versuche begannen am 14. Juli 1939 und wurden an Pflanzen durchgeführt, die am 31. Januar, 21. März, 21. Mai und 12. Juli 1939 ausgesät worden waren. Die in 4 Gruppen eingeteilten Pflanzen wurden verschiedener Tageslänge ausgesetzt (6, 9, 12 und 24 Stunden). Aus dem Ergebnis, daß die Juliaussaat im ausgesprochenen Kurztag bis zum 21. August nicht zur Blüte kam, die Maiaussaat nur im 6- und 9-Stundentag Blüten ausbildete, die Märzaussaat noch im 12-Stundentag und die Januaraussaat sogar im Dauerlicht in die Blühperiode eintrat, ziehen die Verf. den falschen Schluß, daß Kalanchoe Bloßfeldiana während ihrer Entwicklung mit zunehmendem Alter einen „Stimmungswechsel“ von einer Kurztag- zu einer Langtagpflanze durchmache. Obwohl sie im Verlaufe der Arbeit mehrmals darauf hinweisen, daß die frühen Aussaaten während ihrer Jugendentwicklung längere Zeit unter Kurztagbedingungen aufgewachsen sind und daß das „Vorleben“ der Pflanzen eine wesentliche Rolle spielt, lassen sie den starken Effekt der photoperiodischen Nachwirkung bei ihrer Schlußfolgerung vollkommen außer acht. Da Kalanchoe schon nach sehr kurzer Induktionszeit (8 Tage bei 9-Stundentag) reagiert, ist es ganz erklärlich, daß die Pflanzen der Januaraussaat infolge der photoperiodischen Nachwirkung selbst bei Dauerbelichtung während der Versuchszeit Blütenanlagen ausbildeten, und daher ist es nicht richtig, von einem „Stimmungswechsel“ im Laufe der Entwicklung bei Kalanchoe zu sprechen. Schröck

**Heilborn, O.,** Further Contributions to a Chromomere Analysis of Lilium. (Weitere Beiträge zu einer Chromomerenanalyse bei Lilium.) Hereditas **26**, 100—106 (1940).

Die Arbeit enthält neue Beobachtungen über die Chromomerenstruktur der Pachytänchromosomen von Lilium longiflorum und L. umbellatum. Die im späten Pachytän — allein in diesem Stadium ist eine gute Beobachtung möglich — vollständig gepaarten Chromosomen lassen die homologen Partner nicht mehr in Erscheinung treten und weisen eine Anzahl kleinere und größere, d. h. dünnere und dickere Scheiben auf, an denen ebenfalls ihre Zusammensetzung aus den homologen Chromomeren von 4 Chromatiden nicht zu erkennen ist. Die Scheiben sind scharf begrenzt und durch achromatische Zwischenräume getrennt; häufig liegen 2 oder mehr Scheiben von gleicher Gestalt in Gruppen zusammen. Vf. vermutet hier die Verdoppelung einzelner Chromomeren. Im Gegensatz zu den Speicheldrüsenchromosomen von Drosophila kommen bei den Pachytänchromosomen von Lilium, die mit diesen verglichen werden, keine hell und dunkel gefärbten Scheiben vor, dafür aber weist Lilium eine Anzahl von stark gefärbten „Knöpfen“ auf. Eine Analyse ganzer Chromosomen konnte noch nicht durchgeführt werden, jedoch liegt die Chromomerenstruktur einiger Chromosomenenden fest. Ernst

**Hiorth, G.,** Eine Serie multipler Allele für Blütenzeichnungen bei Godetia amoena. Hereditas **26**, 441—453 (1940).

Nach einleitenden Bemerkungen über die Verbreitung von Godetia amoena und die Abgrenzung dieser Art von G. nutans und G. Whitneyi berichtet Vf. über seine genetischen Untersuchungen am Zeichnungsmuster der Blüten dieser Art. Die Arbeiten wurden mit Handelssorten begonnen und später durch Hinzuziehung

von Wildformen erweitert. Die Zeichnung der Blütenblätter der genannten Art beruht auf der mehr oder minder großen Ausbildung eines Zentral-, bzw. Basalfleckes. Für die Ausbildung dieser Zeichnung sind verschiedene Allele eines Gens verantwortlich; es bedingen $F^g$, $F^m$, $F^k$ einen großen, bzw. mittleren, bzw. kleinen Zentralfleck, $F^{bst}$ und $F^{bsw}$ einen starken bzw. schwachen Basalfleck, während f vollständigen Mangel eines Fleckes hervorruft. Die 5 Allele von F sind unvollständig dominant über f. Bei Kreuzungen der quantitativ verschiedenen Zeichnungsallele dominiert der größere Fleck über den kleineren; bei Kombination von Zentral- und Basalfleck erscheinen dagegen beide Zeichnungsmuster nebeneinander. In letzterem Fall wirken die Allele also unabhängig voneinander; durch die Anwesenheit von $F^{bst}$ wird der Zentralfleck von $F^k$ vergrößert. Die Antherenfarbe (Ag = rote, ag = gelbe Staubgefäße) zeigt eine absolute Koppelung mit den F-Allelen, so daß die rote Färbung der Antheren und der Blütenzeichnung durch dasselbe Gen bedingt erscheinen; in diesem Falle wird sich die Zahl der F-Allele noch erhöhen. Zwischen den F-Allelen und einem Faktor ro für rosaweiße Grundfarbe der Blüten besteht eine Koppelung, die einen Austauschwert von 23% zeigt.

Ernst

**Isenbeck, K., u. W. Hoffmann,** Gerste, Hordeum sativum Jess. Handbuch der Pflanzenzüchtung. Hrsg. von Th. Roemer und W. Rudorf, 130—234. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1940.

Dank der Bedeutung, die die Gerste im Getreideanbau der ganzen Welt erlangt hat, ist sie nicht nur Gegenstand angewandter sondern auch wiederholt rein theoretischer genetischer Forschung gewesen, so daß wir heute über ihre systematische Stellung und Aufteilung, über die Entstehung ihrer Kulturformen, über die zytologischen und genetischen, und schließlich über ihre Blüh- und Befruchtungsverhältnisse sehr gut unterrichtet sind. Dieses kommt in der einleitenden Darstellung durch W. Hoffmann auch klar zum Ausdruck; namentlich hat die Besprechung der faktoriellen und genomatischen Eigentümlichkeiten, deren Kenntnis für den Züchter besonders wesentlich ist, einen entsprechenden Raum gefunden, ohne daß etwa dadurch die prägnante Kürze Einbuße erlitten hätte. Wie in keiner anderen Darstellung sind die Kopplungsgruppen mitsamt des Austauschwertes übersichtlich zusammengefaßt.

Im zweiten Teil behandelt Isenbeck die Zuchtprobleme. Unter Voranstellung der Leistungseigenschaft (etwa: Ertragsfähigkeit, Frühreife, Standfestigkeit usw.) wird diese in ihre Teileigenschaften analysiert. Unter kritischer Betrachtung der erblichen Grundlage der einzelnen Merkmale und der günstigsten Kombination der Teileigenschaften für unsere Klimata werden praktische Wege der Kombination und Auslese aufgezeichnet.

Die Ziele der Resistenzzüchtung und ihre Wege werden soweit sie die Resistenz gegen Boden- und Klimaverschlechterungen betreffen von Hoffmann, soweit sie die Resistenz gegen pilzliche und tierische Schädlinge jedoch betreffen von Isenbeck erörtert. Sofern es sich dabei um eine Zusammenfassung einzelner exakter Mitteilungen handelt, ist die Darstellung kurz und klar.

In der Züchtung auf Eignung als Braugerste und Futtergerste laufen die Auslesen verschiedentlich in entgegengesetzter Richtung. Daß aber bereits in beiden Zuchtrichtungen recht beachtliche Erfolge erzielt werden konnten, wird von den Vf. eingehend gezeigt. Den Abschluß dieser umfangreichen Abhandlung bildet ein Kapitel über Sortenregistermerkmale. Zusammenfassend kann man die Arbeit der Vf. als vorbildlich für ein Handbuch für Pflanzenzüchtung bezeichnen.

Breider

**Jensen, H.,** Ein Versuch mit vegetativer Vermehrung der Birke. (Ett försök med vegetativ förökning av björk m. m.) Meddelanden fran Föreningen för växtförädling av skogsträd. (1940).

Die züchterischen Arbeiten mit Birke gaben Anlaß, besonders für Maser- und Flammenbirke eine vegetative Vermehrung zu erreichen. Die üblichen Ver-

mehrungsarten und die Anwendung von Wuchsstoffen allein führte nicht zum Ziel. Folgender Versuch wird also aussichtsreich beschrieben: Die Birke wird über dem Boden abgehauen und der Stubben mit Paraffin übergossen. Es entwickeln sich so im ersten Jahre Triebe bis zu 1 m Länge. Im zweiten Frühjahr werden die Triebe an der Basis mit Kupferdraht geschröpft und die Triebe mit Hormonpaste (2,5 g Heteroauxin auf 100 g Lanolin) bestrichen. Der Stubben wird sodann mit Komposterde zugedeckt. Im Herbst haben fast alle Triebe gute Bewurzelung. Die Pflanzen sind kräftig und müssen nicht mehr verschult werden.

v. Wettstein

**Johnsson, H.,** Cytological studies of diploid an triploid Populus tremula and of crosses between them. (Cytologische Studien an diploiden und triploiden Populus tremula und an Kreuzungen zwischen diesen.) Hereditas **26**, 3—4, 321—353 (1940).

Es wurde festgestellt, daß die Länge der Spaltöffnungen in Korrelation mit großen Blättern steht, dies jedoch nicht immer mit Triploidie zusammenhängt. Die triploiden Aspen besitzen eine große Variationsbreite in der Pollenkorngröße, doch überwiegen die diploiden und triploiden Pollen. Die Pollengröße der diploiden Bäume hat eine keine Variationsbreite. Vf. versucht, aus dem Verhalten der rein weiblichen und rein männlichen Gigasaspen die Bestimmung des Geschlechtstypes zu erfassen. In der Meiosis der diploiden männlichen Exemplare wird das Verhalten der univalenten Chromosomen beschrieben. Bei Kreuzungen zwischen diploiden und triploiden Aspen ist die Verteilung der Häufigkeit zwischen 2 n und 3 n nicht binomisch und das Auftreten von tetraploiden Pflanzen wird durch die Bildung nichtreduzierter Gameten erklärt. Die Abweichung der Nachkommenschaften von der binomischen Verteilung wird der selektiven Elimination der Gameten, Zygoten, Embryonen, Sämlingen und jungen Pflanzen zugeschrieben. In der Besprechung werden Gründe für das Fehlen der Polyploidie in der Gattung Populus angeführt, die derzeit noch nicht beantwortet werden können.

v. Wettstein

**Kappert, H.,** Austauschbesonderheiten im S-Chromosom der immerspaltenden Levkojen (Matthiola incana). Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre **78**, 273—293 (1940).

Das in weißgelben Sippen immerspaltender Levkojen beobachtete Auftreten weißgefüllter Neukombinationen ist hinsichtlich seiner Häufigkeit sippeneigentümlich. Die Kreuzungen zwischen zwei Stämmen mit einem bekannten Durchschnittsprozentsatz an Austauschindividuen ergaben in der $F_2$ keine Spaltung in der Häufigkeit des Auftretens von Neukombinationen, so daß die Wirkung eines die Austauschvorgänge regulierenden unabhängigen Gens nicht dafür verantwortlich sein kann. Auch plasmatische Unterschiede kommen nicht in Frage, und es muß für die Sippen mit Neukombinationen eine austauschhindernde Abänderung des für einfache Blüte verantwortlichen Gens S angenommen werden. Diese Abänderung muß auf Grund der experimentellen Befunde struktureller Natur sein. Das Ausmaß der Änderung ist bei den einzelnen Sippen verschieden. Bisher ließ sich nicht entscheiden, ob eine Translokation, Inversion oder Deletion vorliegt. Weiterhin wurde festgestellt, daß der Austauschwert zwischen den Genen S und W in der Makrosporogenese und in der Mikrosporogenese verschieden ist (3,3 bzw. 1,8%). Damit ist ein gesicherter Fall eines Einflusses des Geschlechts auf den Austauschwert nachgewiesen worden. Für die Mutante deformis wurde gezeigt, daß der Austausch zwischen S und Def im männlichen Geschlecht einen höheren Wert als im weiblichen aufweist. Neuere Versuchsreihen ergaben rd. 28% für die Mikro- und rd. 18% Austausch für die Makrosporogenese. Die Erhöhung des Austauschwertes in der Mikrosporogenese muß sich auch auf den ganzen, zwischen S und Def gelegenen Chromosomenbezirk erstrecken, da hinsichtlich des Austausches S—W die mutierten Sippen mit 6,6% Neukombinationen einen höheren Wert aufweisen als die nicht mutierten desselben Stammes mit 3,8%.

Schmidt

**Kolkwitz, R.,** und **F. Tödt,** Einfache Untersuchungen von Boden und Wasser mit Ausblicken auf die Boden- und Wasserkunde. Jena, Verlag G. Fischer, 1941. VIII, 134 S. Brosch. RM 4,—, Geb. RM 5,20.

Sowohl für den denkenden landwirtschaftlich-gärtnerischen Praktiker als auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht besteht seit langem der Wunsch, die Methoden der Boden- und Wasseruntersuchung in kurzer, klarer und leicht zu handhabender Form dargestellt zu sehen. Dem kommt die vorliegende Schrift entgegen. Ihr erster chemischer Teil von Tödt insbesondere behandelt die Messung des ph-Wertes und des Phosphat-, Stickstoff-, Eisen- und Kalkgehaltes des Bodens. Dabei wird Wert auf Einfachheit des Verfahrens und Ungiftigkeit der Reagenzien gelegt, was für den Benutzerkreis von wesentlicher Bedeutung ist. Daß dadurch nur verhältnismäßig rohe Schätzungen des Düngerbedarfs möglich sind, wird bewußt in Kauf genommen, weil „die Zahl der Untersuchungen, also die schnelle und einfache Ausführbarkeit, wichtiger ist, als eine angebliche Genauigkeit, welche für die praktische Landwirtschaft doch nicht ausgenützt werden kann“ (S. 45). Dies gilt insbesondere für die Steigerung der Produktivkraft der deutschen Böden. Die Abschnitte des gleichen Vf. über Physik und Chemie des Bodens sind im Sinne des Titels der Schrift Ausblicke, die keine Vollständigkeit anstreben; doch sind sie reich an Anregungen, die speziell für den Unterricht sich nutzen lassen. — Der biologische Teil von Kolkwitz hat im wesentlichen den letzteren Charakter der Ausblicke. Im einzelnen bringt er sehr instruktive Versuchsanstellungen insbesondere in seinem allgemeinen Teil. Die folgenden Abschnitte zur Biologie der einzelnen Gruppen berühren: Bakterien, niedere und höhere Pilze, Algen, Flechten, Moose, Farnpflanzen und am ausführlichsten gewisse Sonderfragen der Blütenpflanzen. Bei letzteren werden in sehr kurzer Form Vegetationsfragen in der Ebene und im Gebirge, in Landwirtschaft und Obstbau, im Kleingarten und in der Siedlung berührt. Die Ausführungen welche dem Anbau der Kartoffel, der Zuckerrübe, der Melde, dem Silbergras, dem Rohr, Leichbinsen und Teichgras und der Buche gewidmet sind, dürften in erster Linie als Beispiele für eine praktikummäßige Erarbeitung der Biologie bestimmter Pflanzen im Schulunterricht in Frage kommen. Von besonderer Bedeutung dürfte auch das Schrifttumsverzeichnis werden, das weitere Einblicke demjenigen vermitteln kann, der durch die vielfach vertreuten Anregungen spezielles Interesse gewinnt. Die beigefügte Farbtafel nach Tödt mit den eingezeichneten Wachstumsoptima für eine Anzahl von Gewächsen verdient besondere Beachtung. Ullrich

**Kondratenko, F.,** Analyse von Populationen des Winterroggens nach der Länge der Jarowisationsphase. Westn. Soz. Rast. **1,** 27—34 (1940) [Russisch].

Zwischen den Winterroggensorten bestehen bedeutende Unterschiede in bezug auf die Länge der Jarowisationsphase. Innerhalb ein und derselben Sorte oder natürlichen Population sind Formen vorhanden, die sich in der Länge der Jarowisationsphase stark unterscheiden. Diese Unterschiede und das Vorhandensein von Biotypen mit langer oder kurzer Jarowisationsphase bei einer Population sind nicht nur bei entfernten geographischen Populationen vorhanden, sondern auch innerhalb der einzelnen ökologisch-geographischen Gruppen und sogar innerhalb ein unded rselben Population. An Hand von Versuchen mit Roggen konnte das Vorhandensein einer Abhängigkeit der Winterfestigkeit vom Grade des Passierens der ersten Entwicklungsphase bestätigt werden. Die Nichtgleichförmigkeit der Populationen in bezug auf die Zusammensetzung der Biotypen nach der Länge der Jarowisationsphase gibt Anlaß zur Anwendung der von Lysenko empfohlenen Methode der Aussaat von Samen, der die Jarowisationsphase noch nicht gänzlich abgeschlossen haben, im Herbst, um die Winterfestigkeit des Winterroggens zu steigern. Haynberg

**Korolewa, W. A.,** Über die Rolle der Auslese bei Kok-Saghys. Dokl. Wses. Akad. S.-Chos. Nauk **18,** 3—7 (1940) [Russisch].

Bei der Untersuchung von Populationen des Kok-Saghys konnte eine große Mannigfaltigkeit in der Beschaffenheit der Pflanzen festgestellt werden. Die weiteren Untersuchungen zeigten, daß folgende Merkmale bei der Auslesearbeit berücksichtigt werden sollten: Wurzelgewicht, Kautschukprozent, absolutes 1000-Samengewicht, Fehlen der Blüte im ersten Jahr, Gliederung des Blattes in der Gruppe der nichtblühenden, Spätreife. Es konnte ferner gezeigt werden, daß die Auslese auf dicke Wurzeln mit der Analyse auf Kautschukgehalt verknüpft werden muß. Endlich wird darauf hingewiesen, daß sowohl die blühenden als auch nichtblühenden Pflanzen des ersten Jahres ein wertvolles Material für die Züchtung von Kultursorten dieser Pflanze darstellen. Haynberg

**Kosikoff, K. W.**, Morphologie der Chromosomen bei einigen Kleearten. Dokl. Akad. Nauk SSSR. **27**, 829—833 (1940) [Russisch].

Es wurden 9 Trifolium-Formen untersucht: Tr. pratense, Wildform Tr. pratense, frühreife Kulturvarietät, Tr. pratense, spätreife Kulturvarietät, Tr. arvense, Tr. incarnatum, Tr. hybridum, Kulturform, Tr. montanum, Tr. hybridum, Wildform, Tr. repens, var. sylvestre. Die Resultate der Untersuchungen werden in Form einer Abbildung gebracht und im Text erläutert. Es wird die Annahme ausgesprochen, daß Tr. repens ein Polyploid ist, der durch Verdopplung des Chromosomensatzes erhalten worden ist, welcher demjenigen von Tr. hybridum analog ist. Haynberg

**Kostoff, D.**, Die Herkunft und Selektion des Weizens vom zytologischen Standpunkt. Isw. Akad. Nauk SSSR. Ser. Biol. **1**, 56—94 (1940) [Russisch].

Die zytogenetischen Untersuchungen haben gezeigt, daß alle Weizensorten der tetra- und hexaploiden Gruppe durch Verdopplung der Chromosomenzahlen bei den Artbastarden entstanden sind, d. h. alloploide Arten sind. Die gewöhnliche Methode für die Züchtung von erwünschten Sorten besteht in der Auslese von solchen Formen aus den natürlichen oder künstlich geschaffenen Populationen. Zwecks Kombination von zwei oder mehreren Eigentümlichkeiten in einer Sorte wird die synthetische Arbeitsmethode (Bastardierung) angewandt. Die Kombination von speziellen Eigentümlichkeiten ist viel leichter durch Bastardierung innerhalb der Art als durch Artbastardierung zu erreichen. Diese zweite Methode wird in der Pflanzenzüchtung nur in denjenigen Fällen angewendet, wenn die einen oder anderen Eigentümlichkeiten innerhalb der betreffenden Art fehlen. Die Möglichkeit der Kombination oder Umkombination der Merkmale mittels Art- oder Gattungsbastardierung ist hauptsächlich vom Grad der Allosyndese der $F_1$-Bastarde abhängig. Der Grad der Kreuzbarkeit der Arten und der Grad der Fruchtbarkeit der $F_1$-Bastarde sind ebenfalls wichtige Faktoren. Die zytogenetischen Untersuchungen zeigen, daß die züchterische Arbeit ohne Kenntnis der phylogenetischen Verhältnisse zwischen den zu kreuzenden Arten oder Gattungen nicht richtig durchgeführt werden kann. Wenn man über das zytogenetische Verhalten der Artbastarde der $F_1$ unterrichtet ist, so kann man auch das Verhalten ihrer Amphidiploide und einiger anderen polyploiden Formen in vielen Beziehungen voraussehen. — Obwohl in der Arbeit nur die Gattung Triticum und dieser nahestehende Gattungen behandelt werden, können die in derselben ausgelegten Prinzipien nach Meinung des Vfs. auch auf viele andere Gattungen bezogen werden, wenn die Spezifität derselben berücksichtigt wird. Haynberg

**Kostoff, D.**, Atypical growth, abnormal mitosis and polyploidy by ethylmercury-chloride. (Atypisches Wachstum, abnorme Mitosis und Polyploidie durch Äthylmerkurichlorid.) Phytopath. Zeitschr. **13**, 91—96 (1940).

Fungicide und insekticide Pflanzenschutzmittel töten nicht allein die entsprechenden Schädlinge, sondern können die Pflanzen auch wesentlich in ihrer Entwicklung beeinflussen oder zu erblichen Änderungen an ihnen führen. Frühere Untersuchungen des Vfs. haben gezeigt, daß bei Nicotiana tabacum und Solanum

melongena durch Räucherung mit Nicotinsulphat Störungen in der Reduktionsteilung auftreten, die Chromosomenaberrationen im Gefolge haben. Vorliegende Untersuchung befaßt sich mit dem fungiciden Schutzmittel „Granosan", das als wirksames Agenz Äthylmerkurichlorid ($CH_3CH_2HgCl$) enthält. Die Behandlung junger Keimlinge von Secale, Triticum und Pisum mit diesem Mittel zeigt ähnliche Folgen wie die mit Colchicin und Acenaphthen; die Wurzelspitzen der jungen Keimlinge schwellen an, die Spindelbildung in den Mitosen unterbleibt und die Chromosomen teilen sich, ohne daß ein Auseinanderweichen zu verschiedenen Polen erfolgt; die Chromosomen können dabei im Plasma verteilt werden, so daß nach Bildung einer neuen Kernmembran amöboid geformte polyploide Kerne entstehen; bei Pisum, wo nach dieser Behandlung sehr starke Unregelmäßigkeiten in der Mitose auftreten, werden häufig mehrkernige Zellen gebildet. Linum und Crepis zeigen auch sehr starke Entwicklungshemmungen, lassen aber keine sichtbaren Störungen der Mitose erkennen. — Neben dem Befund, daß anscheinend die zyklische Natur des Colchicins und Acenaphthens nichts mit ihrer spezifischen Wirkung auf die Mitose zu tun hat, wie der Effekt der Behandlung mit Äthylmerkurichlorid zeigt, bringen die Untersuchungen, wie auch die von Sass über die Wirkung von „Ceresan" (Äthylmerkuriphosphat), das wesentliche Ergebnis, daß derartige Mittel nur mit äußerster Vorsicht angewendet werden dürfen, da sie einmal Entwicklungshemmungen und atypisches Wachstum und damit Minderung der Erträge hervorrufen können, zum anderen aber Anlaß zur Entstehung erblicher Änderungen, die Degenerationserscheinungen in reinen Linien zur Folge haben, geben. Ernst

**Kruschilin, A. S.,** Einfluß der Pfropfung auf die Variabilität der Merkmale bei der Kartoffel. Sozial. Sern. Chos. **1**, 116—122 (1940) [Russisch].

In der Arbeit wird gezeigt, daß verschiedene Merkmale (Länge der Vegetationsperiode, Farbe und Form der Knollen u. a.) bei der Kartoffel durch Pfropfungen verändert werden können. Die stärkste Wirkung wird bei der Pfropfung in einer frühen Entwicklungsphase bei vorhergehender Entfernung der Mutterknollen und nur zeitweiliger Belassung von 1—2 Blättern auf der Unterlage erhalten. Für ein besseres Verwachsen der Komponenten wird empfohlen, die gepfropften Exemplare auf 5—7 Tage mit Glaskuppeln zu bedecken.

Die Tatsache der starken Veränderlichkeit und des Erhaltens von intermediären Formen bei der Kartoffel erlaubt es, die Pfropfung als vegetative Bastardierung anzusehen, was in der Selektion von sterilen Kartoffelsorten sehr wichtig ist. Haynberg

**Lamprecht, H.,** Zur Genetik von Phaseolus vulgaris. XV. Über die Vererbung der Mehrfarbigkeit der Testa. Hereditas **26**, 65—99 (1940).

Bei der Mehrfarbigkeit der Samenschale von Phaseolus vulgaris lassen sich vier Gruppen unterscheiden: gestreifte, homozygot-marmorierte (stets auch gestreifte), heterozygot-marmorierte und bespritzte Typen. Gestreift, homozygot-marmoriert und gespritzt treten nur bei Anwesenheit des dominanten Allels von R (für hellrosa Samenfarbe) auf. Hier liegt eine absolute Koppelung von R mit S (für gestreift) und M (für konstant-marmoriert) vor. Die in Kreuzungen zwischen reinen Linien der Konstitution Rsm, RSm und RsM auftretenden monohybride Spaltung zeigt, daß R, S und M lediglich Allele ein und desselben Gens, R, sind, R und damit S und M sind eng mit dem Farbgrundlagen C gekoppelt. Der Vf. läßt S und M als selbständige Gene fallen und ordnet sie als $R_{st}$ und $R_{ma}$ in die multiple R-Serie ein, zu der sich noch ein weiteres Gen, $R_{res}$, gesellt. Die heterozygotische Marmorierung tritt auf, wenn C oder R heterozygotisch sind, wobei die Cc-Marmorierung stark ausgeprägt, die Rr-Marmorierung dagegen verwaschen ist. Schmidt

**Lamprecht, H.,** Zur Genetik von Phaseolus vulgaris. XVI. Weitere Beiträge zur Vererbung der Teilfarbigkeit. Hereditas **26**, 277—291 (1940).

Im Verfolg seiner Untersuchungen über die Vererbung der Teilfarbigkeit der Bohnenschale beschäftigt sich der Vf. mit den Teilfarbtypen bipunctata und virgata. Der erstere zeichnet sich durch zwei Flecken am Hilum aus, der andere durch einen Fleck und einen Längsstreifen, der bei der $F_1$ aus der Kreuzung beider Typen nur punktiert ausgebildet ist. Die Konstitution von bipunctata ist bip bip arc arc, die von virgata bip bip Arc Arc. Die Konstitution Bip Bip Arc Arc repräsentiert der Typ virgarcus, der den Längsstreifen und zwei bogenförmige Streifen besitzt. Bip Bip arc arc bildet den Typ arcus, bei dem der Längsstreifen fehlt. Heterozygotie in bezug auf Bip ruft intermediäre Ausbildung des Zeichnungsmusters hervor. Zwei neue Gene, Exp und Diff, bewirken in rezessivem Zustand die Ausbildung der Farbe bei teilgefärbten Bohnensamen. Heterozygotie dieser beiden Gene ruft intermediäre Phänotypen hervor. Schmidt

**Lamprecht, H.,** Zur Genetik von Phaseolus vulgaris. XVII—XVIII. Hereditas **26**, 292—304 (1940).

XVII. Zwei neue Gene für Abzeichen auf der Testa, Punc und Mip, sowie über die Wirkung von V und Inh.

Es wird über die Vererbung zweier neuer Merkmale der Testafärbung berichtet. Eine feine Punktierung der Testa, durch gefärbte Parenchymzell-Inseln hervorgerufen, beruht auf der Wirkung des rezessiven Genpaares punc punc. Punktierung in der Nähe der Mikropyle ist ein dominantes Merkmal, das von dem neuen Gen Mip (micropyle inpunctata) bedingt wird. Das Gen V ruft die Testafarbe Blaß-Glaucescens hervor, die dadurch zustande kommt, daß die Pallisadenzellen einen grünlich-blaugrünen Niederschlag von feinen Körnchen enthalten. Die Ausfällung dieses Niederschlages kann durch die Wirkung eines rezessiven Hemmungsgens, inh, unterbunden werden.

XVIII. Über matte Samenschale und ihre Vererbung.

Der Vf. erhielt aus Afrika Bohnensamen mit auffällig sammetartig matter Schale. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man eine chagrinartige Beschaffenheit der Samenoberfläche. An Schnitten läßt sich feststellen, daß die äußeren Enden der Pallisadenzellen durch eine Kuppe abgeschlossen sind. Dadurch kommt einmal die Körnelung der Oberfläche zustande und zum anderen durch die ungleiche Reflexion des Lichtes das matte Aussehen. Kreuzungsversuche mit „normalen" Linien ergaben, daß sich das beobachtete Merkmal monohybrid-rezessiv vererbt (Genpaar Asp-asp, von asper). Schmidt

**Levan, A.,** The Effect of Acenaphthene and Colchicine on Mitosis of Allium and Colchicum. (Die Wirkung von Acenaphthen und Colchicin auf die Mitosis von Allium und Colchicum.) Hereditas **26**, 262—276 (1940).

Die Wirkung des Colchicins auf die Zellteilungen in den Wurzelspitzen von Allium wurde vom Vf. bereits in einer früheren Arbeit untersucht. Die Behandlung mit Acenaphthen zeitigt die gleichen Störungen des Spindelmechanismus wie Colchicin, jedoch verläuft die Reaktion entschieden langsamer. Der Grund hierfür kann in der geringeren Wasserlöslichkeit des Acenaphthens gesucht werden, wodurch die Aufnahme in den Zellsaft verlangsamt wird. Der langsame Verlauf der Reaktion und methodische Schwierigkeiten bei der Behandlung dürften neben dem vermutlich verschiedenen Verhalten der einzelnen Versuchsobjekte die Gründe für die negativen Beobachtungen einiger Autoren bei Acenaphthen-Versuchen sein. Für praktische Zwecke bedeutet die Langsamkeit der Reaktion einerseits gewisse Nachteile, zumal — wie Vf. bei Allium zeigen kann — hierdurch das Auftreten von aneuploiden Zellen begünstigt wird, andererseits verspricht die Acenaphthen-Behandlung bei Objekten, die gegen Colchicin überempfindlich sind, durch seine weniger giftige Wirkung Erfolg. Für die Analyse des Zellteilungsvorganges ist von besonderer Bedeutung, daß durch die Acenaphthen-Behandlung die komplexe Natur des Spindelmechanismus klar zutage tritt: es lassen sich hier leicht getrennte Einflüsse auf den äußeren und inneren Spindelapparat feststellen, die bei Colchicin-Behandlung nur schwer zu bemerken sind. Die Versuche an Colchicum,

dem natürlichen Träger des Colchicins, zeigen, daß dieses Objekt gegen dies von ihm selbst gebildete Alkaloid — wie zu erwarten — unempfindlich ist, während es auf Acenaphthen sehr empfindlich reagiert und polyploide Zellen und Sektoren bildet. Die Deutung dieses Befundes geht dahin, daß bei grundsätzlich gleicher Wirkung von Colchicin und Acenaphthen, die nach den Beobachtungen an Allium wahrscheinlich ist, Colchicum ein Gegengift gegen das von ihm gebildete Alkaloid besitzt. Jedoch ist es noch nicht möglich, sicher zu entscheiden, ob die Effekte der beiden Stoffe tatsächlich identisch sind und ob sie an der gleichen Stelle des Spindelmechanismus eingreifen. Ernst

**Levan, A.,** Note on the Somatic Chromosomes of Some Colchicum Species. (Mitteilung über die somatischen Chromosomen einiger Colchicum-Arten.) Hereditas **26**, 317—320 (1940).

Veranlaßt durch die im vorhergehenden Referat besprochenen Untersuchungen hat sich Vf. etwas eingehender mit den zytologischen Daten der Gattung Colchicum befaßt, über die bisher infolge der Schwierigkeit des Objekts nur sehr mangelhafte Angaben vorlagen. Unter den 10 untersuchten Spezies, die mit einer Ausnahme der Sektion Autumnales angehören, besitzen eine 36, drei 38, zwei 40, je eine 42 und 44, und zwei 54 Chromosomen in den somatischen Metaphasen. Diese Zahlen lassen sich nicht ohne weiteres in einer polyploiden Reihe anordnen, und auch die Idiogramme zeigen, daß es sich nicht nur um eine einfache Zahlenreihe handelt, sondern daß auch strukturelle Unterschiede zwischen den einzelnen Genomen bestehen. In ihrem morphologischen Aufbau zeigen alle Idiogramme starke Größenunterschiede im Chromosomensatz: die Größen der Chromosomen schwanken zwischen 0,6—0,8 und 7 $\mu$. Die Insertionsstelle ist häufig $\pm$ median, es finden sich aber auch subterminal und terminal inserierte Chromosomen. Genauere Aussagen über die Entwicklung dieser Idiogramme, die bereits weitgehend abgeleitet erscheinen, sind erst möglich, wenn Beobachtungen an Arten anderer Sektionen vorliegen. Derartige Untersuchungen sind im Zusammenhang mit chromosomenphysiologischen Arbeiten bei Colchicum geplant. Ernst

**Levan, A.,** Meiosis of Allium Porrum, a Tetraploid Species with Chiasma Localisation. (Die Meiosis von Allium Porrum, einer tetraploiden Art mit Chiasma-Lokalisation.) Hereditas **26**, 454—462 (1940).

Bei Allium Porrum einer tetraploiden Art mit Chiasmalokalisation, findet im Pachytän eine vollkommene Paarung der Chromosomen statt, und es lassen sich in diesem Stadium eine große Anzahl von Quadrivalenten feststellen. Der Partnerwechsel kann dabei an beliebigen Stellen erfolgen. Die meisten dieser Quadrivalente verschwinden jedoch schon, bevor die Metaphase I erreicht wird, so daß in diesem Stadium meist nur Bivalente angetroffen werden. Es scheint dies dadurch bedingt zu sein, daß die Chiasmen nur in der Nähe der Centromeren gebildet werden, so daß Quadrivalente nur dann bis zur Metaphase erhalten werden, wenn der Partnerwechsel im Bereich der Chiasmabildungszone liegt. Die sich hieraus ergebenden Verhältnisse werden an einem Schema abgeleitet, aus dem sich die beobachteten neuen Typen von Metaphase-Quadrivalenten, nämlich Ketten und Ringe mit lokalisierten Chiasmen, erklären lassen. Ernst

**De Mol, W. E.,** Über Modifikationen, Mutationen und den Parallelismus dazwischen, im Zusammenhang mit Kältebehandlung von Hyazinthen. Genetica **22**, 231—260 (1940).

Seit Jahren beschäftigt sich der Vf. damit, durch Kältebehandlung der Zwiebeln diploider und heteroploider Handelssorten von Hyazinthen Einblicke in die Ursachen der Entstehung von Modifikationen und Mutationen bei Hyacinthus orientalis zu erhalten. Durch die Kälteeinwirkung auf die Zwiebeln traten an den aus ihnen hervorgebenden Pflanzen, vor allem an den Blüten, recht auffällige Modifikationen hervor, die in morphologischen Abweichungen und Entwicklungs-

störungen zum Ausdruck kamen. Bei der Sorte Garibaldi trat auch eine somatische Mutation auf, und zwar der roten Blütenfarbe nach hellerem Rot. Obwohl alle Sorten unter den gleichen Bedingungen der Kältebehandlung unterworfen wurden, waren die erzielten Modifikationen je nach der Sorte verschieden; dies zeigt nach Ansicht des Vf. den Zusammenhang zwischen der Entstehung der Modifikation und dem Genotypus der betreffenden Sorte. Es traten nach Kältebehandlung auch Modifikationen auf, die schon unter normalen Bedingungen öfter entstanden waren, z. B. Bulbillenbildung bei der Sorte Garibaldi. Zwischen einigen Modifikationen und bereits bekannten Mutationen und durch Kreuzung entstandenen Phänotypen der Hyazinthe läßt sich ein bemerkenswerter Parallelismus feststellen.

Schmidt

**Müntzing, A.,** Further Studies on apomixis and sexuality in Poa. (Ungeschlechtliche Fortpflanzung bei Poa.) Hereditas **26**, 115—187 (1940).

Bei Poa alpina wurden verschiedene Chromosomenbestände gefunden, und zwar von schwedischen Standorten 2n = 33, 35 u. 38, von Material aus der Schweiz 45, 67, 72 u. 74. Diese Befunde sind wichtig für pflanzengeographische Studien. Im schwedischen Material wurde diploide Parthenogenesis beobachtet. Die Stämme mit geschlechtlicher Fortpflanzung zeigen eine große Zahl von Aberranten. Eine Selektion nach hoch- und niedrigchromosomigen Pflanzen zeigte keine Zunahme an Wüchsigkeit der höher chromosomigen Pflanzen. Selektion auf geringe Chromosomenzahl ergab 2n = 22, die Teilung ist regulär mit 11 Bivalenten. Ein anderer Stamm vom Poa alp., der tetraploide Nachkommen gab, hatte — allerdings unter gewissen äußeren Bedingungen — unreduzierte Pollenkörner gebildet. Kreuzungen zwischen geschlechtlich und ungeschlechtlich sich fortpflanzendem Poa alp. mit den Chromosomanzahlen 24 und 38 ergab in $F_1$ Zahlen von 25—43. Die $F_1$ war gut fertil und voll geschlechtlich fertil. In $F_2$ traten große Verschiedenheiten morphologischer Art und in der Chromosomenzahl auf. Eine große Zahl von Haploiden (15%) wurde beobachtet. — Vivipare Pflanzen von Poa alp. wurden untersucht, die wahrscheinlich durch Mutation aus Pflanzen mit ungeschlechtlicher Fortpflanzung entstanden sind. Haploide und Zwillinge von Poa pratensis wurden untersucht. Höherchromosomige Zwillingspflanzen brauchen mehr Zeit zum Wachsen und zur allgemeinen Entwicklung als niedrigchromosomige. Die Zellgröße ist nicht abhängig von der Zahl der Chromosomen.

Hertzsch

**Müntzing, A.,** und **R. Prakken,** The mode of chromosome pairing in Phleum twins with 63 chromosomes and its cytogenetic consequences. (Die Art der Chromosomenpaarung bei Phleum-Zwillingen mit 63 Chromosomen und ihre cytogenetischen Folgerungen.) Hereditas **26**, 463—501 (1940).

Bei Phleum-Zwillingen sind triploide und haploide Aberranten gefunden worden. Die triploiden (63 chromosomigen) Pflanzen sind den normalen gegenüber im Wachstum überlegen, wenn auch die Eindeutigkeit dieser Feststellung an noch größerem Material erhärtet werden muß. Die 63 chromosomigen haben längere, breitere und dickere Blätter, dickere Stengel und größere Ährchen. Ähnliche Befunde hatte Müntzing bei Poa-Zwillingen. Der Pollen ist gut ausgebildet und ebenso fruchtbar wie die weibliche Blüte. Die cytologische Untersuchung der 63 chromosomigen Pflanzen, die an der p. m. c. vorgenommen wurde, ergab entgegen den Erwartungen verhältnismäßig wenig Tri- und Univalente. Die Bivalenten betrugen 26—30, während in einem Fall nur bis zu 2 Trivalenten vorhanden waren. Univalente waren im Höchstfall 7. Die Nachkommenschaft der 63 chromosomigen Pflanzen ergab in keinem einzigen Fall eine niedrigere Chrom-zahl als 56, einige wenige zeigten 64. Die Erträge waren den Vergleichspflanzen (2n = 42) gegenüber 14% höher. Es konnte aber kein Unterschied in der Wüchsigkeit von den 56 bis zu den 64 chromosomigen Pflanzen festgestellt werden. — Die Zwillingssamen keimten schneller als gewöhnliche Saat.

Die Entstehung der autopolyploiden 63 chromosomigen Pflanzen ist wahrscheinlich auf eine Vereinigung einer unreduzierten Eizelle und eines reduzierten Gameten zurückzuführen. Da die Häufigkeit der Diploiden größer ist als angenommen, besteht die Wahrscheinlichkeit, daß der Chromosomensatz 2 homologe Genome hat; die 3 Genome sind mit NAA bzw. $NA_1A_2$ bezeichnet worden, entgegen früherer Annahme, die NAB angab. Für die Züchtung geben diese Untersuchungen Anregungen 1. durch Erzeugung von 63 chromosomigen Pflanzen aus guten Herkünften, 2. durch Auswahl und Kreuzung innerhalb der Triploiden und 3. durch Auswahl von Stämmen mit 56 Chromosomen in den folgenden Generationen.
Hertzsch

**Nijdam, F. E.,** The heredity of a brownish-black spot on the seedcoat of trifolium pratense L., caused by melanine. (Die Vererbung eines bräunlich schwarzen Fleckes auf der Samenschale von Rotklee, verursacht durch Melanin.) Genetica **22**, 123—130 (1940).

Die Samenschale vom Rotklee ist meist gefärbt, es kommen gelbe oder purpurne Samen vor, in den meisten Fällen sind beide Farben an einer Samenschale vorhanden. Der Faktor verhindert Anthocyanfärbung in der Kleepflanze, gg-Pflanzen erzeugen gelbe Samen und weiße Blüten mit einem Schimmer von gelb. Eine grünlich weiße Samenschalfarbe ohne jede Färbung ist bedingt durch den rec. Faktor a, cc-Pflanzen haben völlig weiße Blüten. Im Gegensatz zu der gelben und purpurnen Farbe, die wasserlöslich ist, ist die Melanin-(bräunlich-schwarze) Farbe weder in einer Säure, einem Alkali noch in Alkohol und Äther zu lösen. Das die Färbung hervorrufende Melanin ist bedingt durch einen Faktor a, der in des Autors Kulturen gleichzeitig mit weißer Blütenfarbe auftrat. Der Faktor e erzeugt Blütenfarbe, ee-Pflanzen haben bläuliche, Ee purpurrote Tönung der Blüte. bb gibt in Anwesenheit von E eine blaßrote Blütenfarbe, von ee eine schwach bläulich blaßrote Färbung. Die bräunlich-schwarzen Flecken sind an den gefärbten Samenschalen schlecht zu erkennen, da sie durch die Purpurfärbung verdeckt werden. Eine Kopplung zwischen den Faktoren a und e ist wahrscheinlich.
Hertzsch

**Nikolaisen, N.,** Spinat, spinacia oleracea L. Handbuch der Pflanzenzüchtung. Hrsg. v. Th. Roemer u. W. Rudorf, 251—261. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1940.

Die Darstellung ist züchterisch beschreibend. Zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit schlägt Vf. auf Grund der Bestäubungsverhältnisse und der Kreuzbarkeit drei grundsätzlich verschiedene Methoden vor, und zwar: 1. Auslese nach vegetativen Leistungseigenschaften, 2. Auslese unter Berücksichtigung der Geschlechtsverhältnisse und 3. Anwendung der Hetrosiswirkung. Über korrelative Zusammenhänge wertvoller Eigenschaften ist bislang noch nichts Sicheres bekannt. Bei der Untersuchung über die Vererbung von Werteigenschaften verlangen die Geschlechtsverhältnisse beim Spinat besondere Beachtung.
Breider

**Nikolaisen, W.,** Hafer, Avena sativa L. Handbuch der Pflanzenzüchtung. Hrsg. v. Th. Roemer u. W. Rudorf, 224—288. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1941.

Entsprechend der Bedeutung, die dem Hafer als Futterpflanze zukommt, hat Vf. in hervorragender Weise die Geschichte, Genetik und Züchtung der Avena-Gruppe behandelt. Ausgehend von der geographischen Verbreitung und Nutzung des Hafers wird in klarer Darstellung, die trotz ihrer Kürze nicht an Vollständigkeit verliert, die Herkunft und Systematik behandelt, der sich ein Bericht über intra- und interspezifische Kreuzungen der hexaploiden, tetraploiden und haploiden Artengruppe, sowie der 21-chromosomigen haploiden und niedrig-chromosomigen Formen anschließt. Nach kurzer Besprechung der Blüh- und Befruchtungsverhältnisse und der Technik der Kreuzung nimmt die Schilderung der Variabilität und Vererbung der Werteigenschaften den weitaus größten Raum ein. Dadurch

gewinnt dieser Teil der Abhandlung an Vollständigkeit, was durch die kritische Wiedergabe der Literaturberichte in dankbarer Weise zum Ausdruck kommt.

In der Haferzüchtung spielen Auslese- und Kreuzungszüchtung, sowie die Schaffung neuer Formen durch Mutationsauslösung eine Rolle. Für die Auswahl der Zuchtmethode bleibt bestimmend, daß der Hafer ein obligater Selbstbefruchter ist, bei dem auch Fremdbefruchtung vorkommt. Als Zuchtziel steht die Züchtung von Formen für verschiedene Klimalagen, auf Ausnutzung hoher Nährstoffmengen, sowie auf Resistenz gegen Schwarzrost, Kronenrost, Haferflugbrand, gedeckten Haferbrand, gegen Fritfliege, Heidemoorkrankheit und Dörrfleckenkrankheit im Vordergrund. Zum Abschluß gibt Vf. eine Übersicht über bisherige Zuchterfolge und Merkmale, die für die Sortenregisterkunde wichtig sind.

Breider

**Nishina, Y., Y. Sinoto, und D. Satô,** Effect of Fast Neutrons upon Plants, II. Abnormal behavior of mitosis in Vicia faba. (Die Wirkungen schneller Neutronen auf Pflanzen, II. Abnormes Verhalten der Mitosis bei Vicia faba.) Cytologia **10**, 406—421 (1940).

Frühere Untersuchungen der Vf. an Fagopyrum esculentum und Cannabis sativa haben gezeigt, daß die Bestrahlung mit Neutronen nicht allein zu äußeren morphologischen Anomalien führt, sondern auch chromosomale Störungen hervorruft. Eine genauere Analyse der Wirkung der Neutronen-Bestrahlung auf den Mitose-Ablauf, die in vorliegender Arbeit an Wurzelspitzen von Vicia faba durchgeführt wird, läßt auch hier, ähnlich wie bei Röntgenbestrahlung und mit denselben Erscheinungsbildern, einen Primäreffekt (0—24 Stunden nach Bestrahlung), eine von Mitosen freie Periode (24 bis etwa 72 Stunden nach Bestrahlung) und einen Sekundäreffekt (mehr als 96 Stunden nach Bestrahlung) erkennen. Ein wesentliches Charakteristikum für den Primäreffekt ist, neben den bereits für Röntgenbestrahlung bekannten Erscheinungen, nach statistischen Beobachtungen die Häufung von Meta- bis Telophase-Stadien, die durch Verzögerung der mitotischen Abläufe hervorgerufen wird. Einzelheiten über die Diskussion der Befunde sind in der Arbeit nachzulesen.

Ernst

**Noguti, Y., K. Okuma, und H. Oka,** Studies on the poyploidy in Nicotiana induced by the treatment with colchicine. I. General observations on the autotetraploid of Nicotiana rustica and N. Tabacum. (Studien über colchicininduzierte Polyploidie bei Nicotiana. I. Allgemeine Beobachtungen an dem Autotetraploiden von Nicotiana rustica und N. Tabacum.) Jap. J. of Botany **10**, 309—319 (1939).

Samen von Nicotiana rustica var. brasilia und zwei Varietäten von N. Tabacum wurden sechs Tage lang mit Colchicinlösungen verschiedener Konzentration (0,05 bis 1,6%) behandelt. Es wurden ingesamt 66 tetraploide Pflanzen erhalten, die schon äußerlich sowie in der Vergrößerung der Spaltöffnungen und Epidermiszellen sowie an der verringerten Zahl der Spaltöffnungen erkannt werden konnten. Die allgemeine Entwicklungsverzögerung ist bei den Tetraploiden von einer verspäteten Blütezeit begleitet. Die R. T. in den P. M. Z. weist in der Metaphase der I. Teilung Tetravalente, Trivalente und Univalente auf. Der Pollen ist nur zu 39,6% funktionsfähig. Die Fertilität der Tetraploiden ist demzufolge herabgesetzt. Der Nicotingehalt der tetraploiden Rassen ist höher als bei den deploiden, vor allem bei N. rustica.

Schmidt

**Noguti, Y., H. Oka, und T. Ôtuka,** Studies on the polyploidy in Nicotiana induced by the treatment with colchicine. II. Growth rate and chemical analysis of diploid and its autotetraploid in Nicotiana rustica and N. Tabacum. (Studien über colchicininduzierte Poyploidie bei Nicotiana. II. Wachstumsrate und chemische Analyse des Diplonten und seines Autotetraplonten.) Jap. J. of Botany **10**, 343—364 (1940).

Diploide und autotetraploide Pflanzen von N. rustica und N. Tabacum wurden einem Vergleich hinsichtlich verschiedener physiologischer Eigenschaften unterzogen. Die Samen der Tetraploiden sind zu einem großen Teil geschrumpft und taub: die Keimung ist langsam, unregelmäßig und gering. Typisch für die tetraploiden Pflanzen ist eine allgemeine Wachstumsverzögerung, die sich auch in später Blüte und Fruchtreife ausdrückt. Die Tetraploiden welken an heißen Sommertagen leicht, weil ihr Wasserbedürfnis größer als das der diploiden Pflanzen ist. Die tetraploiden Rassen zeichnen sich durch eine geringe Zunahme des Trockengewichts aus. Ihr Gehalt an Nikotin, organischen Säuren, Stickstoff, ätherlöslichen Substanzen, Harz, löslichen Aschensubstanzen, Ca, K und Mg ist höher, der Gehalt an reduzierendem und nicht reduzierendem Zucker, Schwefelsäure und Phosphor geringer als bei den diploiden Pflanzen. Schmidt

**Oehlkers, F.,** Meiosis und crossing-over. Zytogenetische Untersuchungen an Oenotheren. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre **78**, 158—186 (1940).

Nach den bisherigen Untersuchungen zur Physiologie der Meiosis besteht ein enger Zusammenhang zwischen den Außenbedingungen (allgemeine Kulturbedingungen, Wasserhaushalt, Temperatur) und dem Bindungsverhalten der Chromosomen in der Diakinese. Letzteres ist seinerseits wieder abhängig von der Anzahl der je Bivalent gebildeten Chiasmen, so daß also die Außenbedingungen direkt den Vorgang der Chiasmabildung beeinflussen. Der Bindungszustand der Diakinesechromosomen läßt demnach Rückschlüsse auf die Chiasmabildung in der Konjugationsphase zu. Nach diesen Feststellungen muß nun auch eine entsprechende Parallele im genetischen Experiment aufzufinden sein: derartige Untersuchungen zeigen, daß bei Oenothera die bei der Komplexheterozygoten $\frac{\text{albicans p s Co}}{{}^{h}\text{Hookeri P S co}}$ durch hochprozentiges crossing-over herbeigeführte Spaltung nach Co co im männlichen wie im weiblichen Geschlecht durch Außenbedingungen im gleichen Sinne beeinflußt wird wie der diakinetische Bindungszustand; erwartungsgemäß entsprechen hohem Bindungsausfall niedrige Austauschwerte und geringem Bindungsausfall hohe Austauschwerte. Damit ist die Beziehung zwischen Bindungszustand und Chiasmabildung einerseits und genetischem crossing-over andererseits hergestellt und gleichzeitig in Verbindung mit früheren Ergebnissen von Straub und Ernst ein weiterer Beweis dafür erbracht, daß die Chiasmen die Orte des Segmentaustausches sind. — Die Komplexspaltung bei dem zu den Untersuchungen herangezogenen Bastard wird durch die angewandten Bedingungen nicht beeinflußt, wohl aber treten in der Reduktionsteilung Störungen bei der Verteilung der Chromosomen auf, die den Prozentsatz der $2n + 1$-Formen um das 10fache erhöhen. Daneben werden neue Ergebnisse über die P-S-Koppelung bei Oenothera, die sich teilweise am gleichen Material gewinnen ließen, mitgeteilt. Ernst

**Oehlkers, F.,** Meiosis und crossing over. Biol. Zbl. **60**, 337—348 (1940).

Während durch die Untersuchungen von Stern und McClintock der Nachweis dafür erbracht wurde, daß mit dem genetischen crossing-over gleichzeitig auch ein Stückaustausch homologer Chromosomen einhergeht, konnte Oehlkers durch seine Untersuchungen zur Physiologie der Meiosis beweisen, daß die Chiasmen der Ort des Segmentaustauschs sind. Die Untersuchungen gehen davon aus, daß man durch verschiedene innere und äußere Bedingungen den Ablauf der Meiosis und die Chiasmenbildung beeinflussen kann. Wenn nun mit der Chiasmenbildung ein Segmentaustausch verbunden ist und die Chiasmenbildung von äußeren Bedingungen beeinflußt werden kann, dann muß sich ein solcher in der Konjugationsphase nachweisbarer zytologischer Effekt auch gleichzeitig unter der Nachkommenschaft solcher induzierter Pflanzen im erhöhten Faktorenaustausch zeigen. Die Intensität der Konjugation wurde aus der Anzahl der vorhandenen Chromosomen-Endverbindungen in der Diakinese geschlossen. Nach früheren Untersuchungen von Oehlkers steht fest, daß der Bindungswert bei genetisch gleichem

Material unter konstanten Bedingungen ebenfalls konstant ist; und daß mit der Variation der Diakinese-Endverbindungen nach Straub gleichzeitig eine gleichsinnige Variation der Chiasmen im Diplotän parallel geht.

Dementsprechend muß die Veränderung des Bindungsausfalles in der Diakinese auch ein Maß für die Veränderung der Chiasmenbildung sein. Von diesen Überlegungen ausgehend, wies Oehlkers nach, daß mit der Variation des Bindungswertes in der Diakinese eine ebensolche Reaktion des crossing-over-Wertes bei *Antirrhinum* und *Oenothera* eintritt.

Durch Änderungen der Kulturbedingungen konnte der normale Austauschwert zwischen dem Blütenfaktor co, der an den albicans-Komplex gebunden ist und Co, der an den Komplex h Hookeri gebunden ist, verändert werden. Bei Aufzucht unter normalen Wasserverhältnissen beträgt der crossing-over-Wert 31,65%; auf feuchtem Feld dagegen 38,50% und auf trockenem Feld 28,92%. Im gleichen Verhältnis sind auch die Diakinese-Endverbindungen bei Trockenheit herabgesetzt. Von Antirrhinum majus werden ähnliche Ergebnisse bezüglich der aurea-marmorata-Kopplung mitgeteilt, wobei eine Variation der Entbindungen bzw. der crossing-over-Werte unter dem Einfluß verschiedener Temperaturen erreicht wird.

Weiterhin wird über Versuche von Ernst berichtet, der an Antirrhinum feststellt, daß das Ansteigen des Bindungsausfalles auf einer Schockwirkung bei Temperaturänderung beruht, wobei es gleichgültig ist, ob dieser Temperaturwechsel von hoher zu tiefer oder umgekehrt stattfindet.

Daß der Wasserzustand und damit wohl die Quellung einen Einfluß auf das crossing-over hat, wurde in den vorliegenden Versuchen zum erstenmal nachgewiesen und zwar erhöht feuchte Kultur und guter Wasserzustand der Pflanzen die Chiasmenbildung und damit den Faktorenaustausch. Brücher

**Oganjan, W. N.,** Einige Versuchsdaten betreffs Steigerung des Eiweiß- und Fettgehaltes bei der Soja. Sel. i Sem. **6**, 10—13 (1940) [Russisch].

An der Versuchsstation von Krasnodar wurden Kreuzungen zwischen einigen Linien der Soja mit dem Ziele der Steigerung des Eiweiß- und Fettgehaltes dieser Kultur durchgeführt. Es erwies sich, daß die negative Korrelation zwischen dem Eiweiß- und dem Fettgehalt, die in Abhängigkeit von den meteorologischen Bedingungen existiert, eine Dominanz des Eiweißprozentes und eine Verringerung des Fettprozentes zur Folge hat, oder umgekehrt. In trockeneren Gegenden, wo diese Bedingungen eine Dominanz des Eiweißprozentes fördern, müssen die Elternpaare höhere und fast gleiche Fettmengen haben. Solch eine Paarenwahl gibt keine großen Schwankungen des Fettprozentes, weswegen auch die Verringerung desselben nicht groß ist. Eine Paarenwahl, bei welcher die Partner sowohl im Eiweiß- als auch im Fettgehalt Unterschiede aufweisen, ruft eine starke Schwankung dieser beiden Merkmale hervor, und das Zusammenfallen eines höheren Eiweiß- mit einem höheren Fettgehalt wird bei der existierenden negativen Korrelation sehr selten beobachtet. Haynberg

**O'Mara, J. G.,** Cytogenetic studies on Triticale. I. A method for determining the effects of individual Secale chromosoms on Triticum. (Zytogenetische Untersuchungen an Triticale. I. Eine Methode zur Bestimmung des Einflusses einzelner Secale-Chromosomen auf Triticum.) Genetics **25**, 401—408 (1940).

Durch Rückkreuzung eines amphidiploiden Weizen-Roggen-Bastardes mit dem diploiden Weizenelter und anschließende Selbstung gelingt es, Pflanzen herzustellen, die neben dem vollständigen diploiden Weizengenom einzelne Chromosomenpaare des Roggens enthalten. Drei derartige phänotypisch unterscheidbare neue Karyotypen mit haploid 22 Chromosomen, bei denen jeweils ein anderes Roggen-Chromosom zum Weizengenom hinzugefügt ist, werden beschrieben und in ihrer allgemeinen Bedeutung für praktische und theoretische Fragen diskutiert. Wesentlich ist, daß mit solchen Typen geprüft werden kann, ob irgendwelche Eigenschaften bzw. Eigenschaftskomplexe durch bestimmte Chromosomen oder durch das

gesamte Genom vererbt werden, wodurch wiederum eine Entscheidung möglich wird, ob eine Übertragung erwünschter Eigenschaften von einem Genom zum anderen durch nichthomologes Paaren oder durch Translokationen zu erreichen ist.
Ernst

**Östergren, G.,** Cytology of Agropyron junceum, A. repens and their spontaneous hybrids. (Die Cytologie von Agropyrum junceum, A. repens und ihren spontanen Bastarden.) Hereditas **26**, 305—316 (1940).

Agr. junceum ist vertreten durch 2 Biotypen, von denen die atlantische 2n = 28 und die mediterrane 2n = 42 hat, in vorliegender Arbeit wird mit Herkünften aus Schweden gearbeitet, die 2n = 28 haben. Agr. repens ist mit 2n = 42 ausgestattet, in Rußland wurden Typen mit 2n = 35 und 28 gefunden. Die Bastarde zwischen Agr. junceum und repens von 5 verschiedenen schwedischen Standorten hatten 2n = 35, wie erwartet. Es traten aber auch Bastarde mit 2 = 49 auf, die wahrscheinlich 2 Chromosomensätze von Agr. junceum und einen von Agr. repens haben. Die Pollenfertilität von Agr. junceum und repens ist gut, die Fruchtbarkeit der weiblichen Blüte beträgt bei Agr. junceum 50% und bei Agr. repens 54% Ausfall. Der Pollen ist bei dem Bastard geschrumpft und nicht brauchbar, die weibliche Blüte ist steril. Bei der Zellteilung wurden sowohl bei Agr. juncenm wie bei Agr. repens Unregelmäßigkeiten beobachtet, es treten Uni- und Quadrivalente und Chromatinbrücken auf. Die 35 chromosomigen Bastarde haben 11,8 Uni- und 11,6 Bivalente. Der 49 chromosomige Bastard ist wahrscheinlich aus einer Rückkreuzung des 35 chromosomigen Bastards mit Agr. junceum oder aus der Befruchtung eines unreduzierten Gameten von Agr. junceum und eines normalen Gameten von Agr. repens entstanden. Hertzsch

**Östergren, G.,** A Hybrid between Triticum turgidum and Agropyron junceum. (Ein Bastard zwischen Triticum turgidum und Agropyron junceum.) Hereditas **26**, 395—398 (1940).

245 Kreuzungen zwischen T. turgidum „Rivets Bearded" als Mutter und A. junceum ergaben 38 Samen, aus denen 3 Pflanzen hervorgingen. Diese Bastarde stehen in ihrer Morphologie dem Weizenelter erheblich näher als die bisher beobachteten $F_1$-Pflanzen aus der Kreuzung Triticum × Agropyron. Das Verhalten einzelner elterlicher Merkmale in dem neuen Bastard wird beschrieben. Die Chromosomenzahl ist wie bei den Ausgangsformen 2n = 28. In der Meiosis werden durchschnittlich 18,4 Univalente und 4,8 Bivalente je PMZ gebildet. In den EMZ konnten die Konfigurationen nicht analysiert werden, scheinen aber ähnlich zu sein. Wenn die Paarung nicht durch andere Einflüsse herabgesetzt ist, scheinen die beobachteten Konjugationsverhältnisse darauf hinzuweisen, daß A. junceum nicht vollkommen autopolyploid ist. Autosyndese zwischen dem A- und B-Genom des Weizens kann nur in geringem Maß für die beobachtete Paarung verantwortlich gemacht werden. Die Hauptgründe für das Auftreten von Bivalenten in der Meiosis des untersuchten Bastardes dürften in Auto- und Allosyndese der junceum-Chromosomen zu suchen sein. Der Bastard ist hochgradig steril, im Pollen wurden keine gesund aussehenden Körner beobachtet; vielleicht gibt er jedoch Anlaß zur Entstehung einer amphidiploiden Form, was im Hinblick auf die Ähnlichkeit mit dem Weizenelter von praktischem Interesse wäre. Ernst

**Rhoades, M. M.,** Studies of a telocentric chromosome in maize with reference to the stability of its centromere. (Studien über ein telozentrisches Chromosom beim Mais im Hinblick auf die Stabilität seines Centromers.) Genetics **25**, 483—520 (1940).

Unter der Nachkommenschaft einer trisomischen Maispflanze, trat eine einzelne Pflanze auf, die sich durch intermediäres Verhalten zwischen der normal diploiden und der trisomischen Mutante auszeichnete. Die zytologische Prüfung ergab, daß sie 21 Chromosomen besaß, daß aber das überzählige Chromosom aus dem kürzeren

Arm des 5. Chromosoms bestand, Es hatte eine terminale Spindelansatzstelle, und war durch einen Bruch an der Spindelansatzstelle entstanden. In 0,46% traten unter der Nachkommenschaft aus einer Kreuzung dieser hyperploiden Form mit der normalen, sekundär-trisomische Typen auf. Bei ihnen bestand das überzählige Chromosom aus den zwei kurzen Armen des Chromosoms 5. Da gleichzeitig feststeht, daß an der Bildung dieses Sekundär-Chromosoms das telozentrische Chromosom beteiligt ist, schließt Vf. daraus, daß ein Chromosom mit einem terminalen Centromer instabil ist. Solch ein telozentrisches Chromosom würde immer durch natürliche Selektion eliminiert werden. Hieraus erkläre sich die Tatsache, daß solche telozentrischen Chromosomen — wenn überhaupt — nur sehr selten im normalen Chromosomensatz der Organismen gefunden werden können.

Brücher

**Rick, C. M.,** On the natura of X -ray induced deletions in *Tradescantia*-Chromosomes. (Über die Natur Röntgenstrahlen-induzierter Deletionen bei *Tradescantia*-Chromosoemen.) Genetics **25**, 466—482 (1940).

Zur Erzeugung von Deletionen wurden Röntgenbestrahlungen an jungen Blüten eines Klones eines *Tradescantia*-Bastards aus *Trad. canaliculata* × *humilis* vorgenommen. Die verwendete Dosis betrug 200 r — 600 r. Es traten 3,6% stabförmige, 9,2% ringförmige Chromosomendelciionen auf, während die übrigen 87,2% zu klein waren, um klassifiziert werden zu können. Wurden die Röntgenstrahlen bei niedriger Temperatur (3°) angewandt, dann trat eine größere Anzahl von Deletionen — wie auch anderer Aberrationen — auf, als bei höherer Temperatur.

Brücher

**Roemer, Th.,** Entwicklungslinien der Züchtungsmethoden. Kühn-Archiv **54**, 267—294 (1940).

Die vorliegenden Ausführungen sind die erweiterte Fassung eines Vortrages. den der Vf. auf der Tagung des Reichverbandes deutscher Pflanzenzuchtbetriebe in Wien am 26. Juni 1939 gehalten hat. In Abkehr von der alten Fruwirthschen Einteilung der Zuchtmethoden erfolgt die Klassifizierung der züchterischen Methoden in der heute gebräuchlichsten Weise auf Grund der Befruchtungsverhältnisse. In übersichtlicher und durch prägnante Beispiele aus der wissenschaftlich-züchterischen Praxis erläuterter Art. die lehrbuchmäßige und kritische Darstellung in sich vereinigt, werden die Züchtungsverfahren bei Selbstbefruchtern und Fremdbefruchtern einer Besprechung und systematischen Einteilung unterzogen. Bei den Selbstbefruchtern wird zwischen I. Auslesezüchtung (1. Formentrennung, 2. Plus- und Minusauslese, 3. Erhaltungszucht) und II. Kreuzungszüchtung (1. Einfache Kombinationszüchtung, 2. Transgressionszüchtung, 3. Rückkreuzung, 4. wiederholte Kombinationszüchtung, 5. Heterosiszüchtung) unterschieden. Die vielfältigen Methoden der Züchtung für Fremdbefruchter gründen sich 1. auf „das Ausmaß, in welchem der Züchter in den Gang der Bestäubung eingreift“ und 2. auf „das Ausmaß der Verwandtschaft zwischen Individuen oder Zuchtstämmen, deren geschlechtliche Mischung der Züchter erzwingt“. Danach ergeben sich fünf Hauptgruppen von Methoden: I. Völlig freie Bestäubung, II. Lenkung der freien Bestäubung durch Anbautechnik (ohne und mit räumlicher Isolierung), III. Lenkung der Bestäubung durch künstliche Isolierung zwecks Anpaarung bestimmter Individuen und Abhaltung des Pollens anderer Individuen (Pärchenzucht, Verwandtschaftszucht, Inzucht, erzwungene Selbstbestäubung). IV. Gesteuerte Bestandeskreuzung (hierher gehört z. B. die diallele Kreuzung), V. Konvergenzzüchtung (Wechsel von erzwungener Selbst- und gelenkter Fremdbestäubung). Zum Schluß wird noch kurz auf die „Zukunftsmethoden“ der künstlichen Mutationsauslösung und der Polyploidiezüchtung hingewiesen. Der Vf. betont, daß die in der Pflanzenzüchtung erkennbare und notwendige fortschreitende Inanspruchnahme einer großen Zahl von Hilfswissenschaften, wie Genetik, Zytologie, Befruchtungsbiologie, Biostatistik, Pflanzenphysiologie, Chemie usw., dem Züchter die Pflicht zu einer gründlichen biologischen Grundausbildung auferlegt, die durch eine „Beratung des Züchters“ nicht ersetzt werden kann.

Schmidt

**Roemer, Th.,** Methoden und Technik der Auslese. Handbuch der Pflanzenzüchtung. Hrg. v. Th. Roemer u. W. Rudorf 394—409. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1940.

Auslese ist die wichtigste und entscheidenste Arbeit des Züchters. Ihr widmet Vf. eine besondere Abhandlung, in der das Für und Wider bekannter praktischer Methoden einer kritischen Betrachtung unterzogen werden. Die reichen Erfahrungen des Vf. und eine umfassende Literaturkenntnis bringen Originalität und Abwechslung in die Stoffdarstellung. Im einzelnen werden die natürliche und künstliche Auslese, Gegenstand, Umfang und Dauer der Selektion behandelt und praktische Anweisungen für den Züchter gegeben. Ein allgemeingültiges Schema über die einzelnen Zucht- und Anbaustufen schließt dieses Kapital.

Breider

**Roemer, Th.,** Überblick über die Methoden der Züchtung. Handbuch der Pflanzenzüchtung. Hrg v. Th. Roemer u. W. Rudorf 409—450. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1940.

Im Handbuch der Pflanzenzüchtung folgt nunmehr die Besprechung der verschiedenen Züchtungsmethoden, wozu Vf. einleitend einen allgemeinen Überblick gibt, in dem er mitteilt, daß die von älteren Autoren vorgeschlagene Einteilung der Methoden gemäß dem Stand moderner genetischer Erkenntnisse in die drei Kategorien: Auslesezüchtung, Kreuzungszüchtung und Mutationsauslösung abgeändert wurde. Die Betrachtung über die Auslesezüchtung wird je nach der Art der Fortpflanzung in Auslesezüchtung bei Klonpflanzen, bei Selbstbefruchtern und Fremdbefruchtern gegliedert. Die Bedeutung der Selektion bei Klonpflanzen und Selbstbefruchtern ist klar. Im ersten Falle erstreckt sich die Auslese auf die Reinerhaltung einer Sorte und Selektion somatischer wirtschaftlich besserer Mutationen, die im Klonenmaterial um so leichter auftreten und erkannt werden können, als es sich bekanntlich bei den erbgleichen Individuen eines Klons um heterozygote Pflanzen handelt. Im zweiten Falle stellt eine Population, die ohne Störung durch Fremdbefruchtung eine Pflanzengemeinschaft von homozygoten Formen ist, das Ausgangsmaterial. Eine solche Ausgangspopulation ist eine Sammlung vieler verschiedener, aber homozygoter Biotypen, die zu trennen und zu beurteilen, Sinn und Zweck der Auslesezüchtung bei Selbstbefruchtern ist. Ihre Anwendung und die bereits erzielten Erfolge bespricht Roemer in anschaulicher Weise. Bei Fremdbefruchtern wirkt die Auslese im allgemeinen langsam fortschreitend. Sie wirkt stark zu Beginn der Züchtung und nimmt in ihrer Wirkung ab, je näher man dem Ziel der Züchtung kommt. Von diesem Gesichtspunkt aus wird die Wirkung der Familienauslese und Separierungszüchtung besprochen, wobei abschließend mit Recht betont wird, daß Wirkung und Wirkungslosigkeit der Auslese nicht einseitig als Maßstab für die Zweckmäßigkeit einer bestimmten Zuchtmethode gelten können, da es keine Zuchtmethode gibt, die eine allgemein gültige Vorrangstufe besitzt.

Vf. weist schließlich noch in kritischer Würdigung moderner genetischer und physiologischer Erkenntnisse auf die Bedeutung der Inzucht in der Pflanzenzüchtung hin und empfiehlt ihre Anwendung zur Schaffung besserer Sorten.

Breider

**Saschurilo, W. K.,** Erbsensorten mit Hülsen, die gegen Ascochyta pisi Lib. widerstandsfähig sind. Dokl. Akad. Nauk. SSSR **29**, 351—352 (1940) [Russisch].

Zwecks Ermittlung von Erbsensorten, die relativ widerstandsfähig gegen den Pilz Ascochyta pisi sind, wurden etwa 100 Erbsensorten verschiedener Herkunft untersucht. Die Beobachtungen wurden an 2 Terminen vorgenommen: für die vegetativen Teile in der Periode der Hülsenformierung, für die Hülsen 2—3 Tage vor der Ernte. In bezug auf die vegetativen Teile mußten alle untersuchten Sorten zur Gruppe der stark anfälligen gerechnet werden. Hinsichtlich der Hülsen

konnten jedoch starke Unterschiede in bezug auf die Anfälligkeit gegen diesen Pilz festgestellt werden. Neben Sorten, die stark anfällige Hülsen hatten, wie Viktoria Heine, Viktoria Strube, Grape u. a., war die Anfälligkeit der Hülsen bei einer Reihe von Sorten, wie Folger Heine, Wachserbse 019, Moench u. a., sehr schwach. Der Prozentsatz der Anfälligkeit der Hülsen lag hier unter 5. Dabei war auch der Grad der Beschädigung ein sehr niedriger (vereinzelte kleine Flecke). Es ergab sich das Bild, daß der Pilz auf den Hülsen einiger Sorten keine günstigen Bedingungen für seine Entwicklung findet. Vf. sieht die schwache Anfälligkeit der Hülsen bei den genannten Sorten für ein Sortenmerkmal an. Haynberg

**Scharrer, K.,** Biochemie der Spurenelemente. Berlin, Verlag Paul Parey, 1941. 272 S. Geb. RM 26,—.

Bei der allgemeinen Bedeutung, die der Erkenntnis und den Forschungen über die Wirksamkeit der Spurenelemente zukommt, ist es an der Zeit, die bisherigen Ergebnisse den Interessenten in Buchform zugänglich zu machen. Im deutschen Schrifttum hat für die Pflanzen zwar Pirschle eine umfassende und vorzügliche Darstellungsfolge bearbeitet, die aber jeweils nur als Teilabschnitt anderer Werke zugänglich ist. Pfützer und Linser beschränkten sich in einer weiteren Veröffentlichung zudem auf die höhere Pflanze. Die also zweifellos vorhandene Lücke sucht das vorliegende Buch auszufüllen. Der Vf. betont, daß er keine umfassende Literaturübersicht bezweckt hat. Die getroffene Auswahl ist vielmehr nach dem Gesichtspunkte erfolgt, daß in erster Linie die Tatsachen, daneben aber auch wesentliche Anregungen aus der Gesamtheit der Literatur zusammengefaßt wurden, wobei von älteren Veröffentlichungen, sofern sie methodisch unzulänglich waren, keine Notiz genommen wurde. Auf die Bedeutung der Spurenelemente für das Tier wird entsprechsnd eingegangen. Ein sehr kurzer allgemeiner Abschnitt behandelt die Vorstellungen, die bisher über die Wirksamkeit der Spurenelemente im Zusammenhang mit den „Grundstoffen" entwickelt wurden. Obwohl der Vf. die folgenden Ausführungen unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten „selbstverständlich nach dem periodischen System der Elemente" als „einzig exakte wissenschaftliche" Darstellung anspricht, wählt er die alphabetische Reihenfolge, einmal weil er eben auf die Behandlung der Grundstoffe verzichten muß, dann aber, weil er gewisse Elemente, die nicht im strengsten Sinne „Mikroelemente" sind, wie Cl, Na, Si, Fe, ferner die seltenen Erden: Hg, Ag, Au und die der Platingruppe, von der Darstellung ausnimmt. Die Einzeldarstellungen werden dann in einer kurzen Schlußbetrachtung mit kursorischen Ausblicken auf die praktische Bedeutung insbesondere für die Landwirtschaft abgeschlossen (S. 1—173). Das Schrifttum wird ebenfalls nach den behandelten Elementen alphabetiseh geordnet auf den nachfolgenden Seiten aufgeführt.

Es liegt in der Natur der bisherigen Forschung, daß die Ausführungen zu den einzelnen Spurenelementen sehr verschiedenen Umfang einnehmen müssen. So fallen Bor, Kupfer und Mangan bezüglich der Zahl der verarbeiteten Literatur besonders ins Auge. Immer wird nicht nur eine fördernde Wirkung, sondern auch die Giftwirkung, beide oft in ihrer Konzentrationsabhängigkeit, herausgearbeitet. Mancherlei Tabellen über den Gehalt an bestimmten Spurenelementen ergänzen den Text. Diese Art der Stoffbehandlung vermag zweifellos dem Agrikulturchemiker, Pflanzen- und Tierphysiologen, Bodenkundlern usw. einen Einblick in die Literatur zu gewähren. Ebenso wird der Landwirt, Gärtner, Human- und Veterinärmediziner beim Studium für sich mancherlei Anregungen herauslesen. Dies würde zweifellos noch wesentlich erleichtert, wenn der Schrift ein Stichwortverzeichnis beigegeben wäre, das neben den Wirkungen (Krankheiten, Wachstumsbeeinflussungen, Giftwirkungen usw.) auch die bisher untersuchten Objekte umfassen müßte. Aus Gründen der Umfangsbeschränkung hat der Vf. die Methoden der Bestimmung der Spurenelemente grundsäzlich auslassen müssen. Das ist bedauerlich, weil ein guter Teil derselben an schwer zugänglicher Stelle oder auch im Auslande veröffentlicht ist. Der deutsche Benutzer wird daher deren Zusammenstellung vermissen. Da anzunehmen ist, daß wegen des raschen Fortschritts

auf diesem Forschungsgebiete und dem hohen Allgemeininteresse dafür bald eine Neuauflage notwendig sein wird, wären in dieser solche Ergänzungen sehr erwünscht. Ullrich

**Sellke, K.,** Über im Sommer 1938 im Kartoffelkäfer-Feldlaboratorium Ahun (Frankreich) durchgeführte Versuche zur Prüfung von Hybriden auf Kartoffelkäfer-Widerstandsfähigkeit. Arb. d. Biol. Reichsanstalt **23**, 1—20 (1939).

Hybridenklone und Wildkartoffelspezies wurden auf Laubwiderstandsfähigkeit in Zwangsfütterungsversuchen geprüft. Die Fütterungsversuche wurden in batistüberspannten Wasserschalen durchgeführt. Frisch aus dem Ei geschlüpfte Kartoffelkäferlarven wurden in diesen Hygrostaten auf die von Freilandpflanzen abgenommenen Futterblätter gesetzt. Das Urteil über die Resistenzeigenschaften eines Klones ergab sich aus der Larvensterblichkeit, der Entwicklungsverzögerung der Larven und ihrer Fraßverminderung durch das Hybridenlaub im Vergleich zu Blättern von Kulturkartoffeln. Von den geprüften Wildarten erwiesen sich als resistent: S. demissum und S. polyadenium. Die Demissum-Varietäten zeigten unterschiedliche Resistenz. Die Wildformen S. chacoense Siambon, S. commersonii, S. spec. La Pampa, S. caldasii werden anfällig bis resistent beurteilt. Die Resistenzeigenschaften treten in der $F_2$ von S. demissum $\times$ S. tuberosum wie auch in den späteren Rückkreuzungsgenerationen außerordentlich verdünnt auf. Im Verhalten einzelner Formen innerhalb der $F_1$ konnten Unterschiede im Resistenzgrad festgestellt werden, nicht aber zwischen ganzen $F_1$-Familien untereinander. Eine erkennbare Übereinstimmung ($r = +0{,}171 \pm 0{,}055$) war zwischen den Ergebnissen der Schalenversuche und dem Feldbefraß im August vorhanden. Stelzner

**Sengbusch, R. v.,** Tomatenzüchtung. Frostwiderstandsfähigkeit, Lagerfähigkeit, Hochglanz der Fruchtschale und Zwergformen. Pflanzenbau **5**, 143 bis 152 (1940).

Bei Prüfung von Tomatenzuchtstämmen an einem Hang wurden keine frostwiderstandsfähigen Stämme gefunden. Die Prüfung auf „Lagerfähigkeit" wurde in der Weise durchgeführt, daß die Früchte lange Zeit über das Reifestadium hinaus an der Pflanze hängen gelassen wurden. Vf. „nimmt als sicher an", daß die Früchte, die lange ohne zu verfaulen an der Pflanze hängen bleiben, auch lagerfähig sein werden. Die Variation im Glanz der Fruchtschale geht von hochglänzend über glänzend bis matt. Schließlich werden einige Zwergformen beschrieben, die für die Züchtung jedoch keinen Wert haben. Hackbarth

**Servazzi, O.,** Ricerche sulla cosi dette „Defogliazione primaverile dei Pioppi". (Untersuchungen über den frühjährlichen Blattfall bei Pappeln.) Laboratorio Sperimentale e. R. Osservatorio di Fitopatologia di Torino **15**, N. 3—4 (1938).

Die Krankheit befällt vorzugsweise kanadische Pappeln und besteht aus zwei deutlich zu unterscheidenden Phasen. Es bilden sich bald nach dem Frühjahrsaustrieb schwarze Flecken an den Blättern, die in wenigen Wochen den Laubfall bewirken. Gleichzeitig oder auch etwas später trocknen die jungen Triebe ein und krümmen sich sichelförmig. In Frankreich wurde 1889 von Vuillemin und Prillieux eine ähnliche Krankheit bei Pyramidenpappeln beschrieben (Napicladium Tremulae [Fr.] Sacc. Fusicladium tremulae Fr.). Vergleichende Untersuchungen haben nun ergeben, daß es sich um zwei verschiedene Pilze handelt, und zwar um zwei Polaccia-Arten (Bald. et Cif. 1937). Die neu gefundenen Erreger der frühjährlichen Blattfälligkeit nennt Vf. Pollaccia elegans. Die vergleichenden Untersuchungen auf 29 verschiedenen Nährböden ergaben eingehende Kenntnisse über die Biologie des Pilzes. Die wichtigsten Unterschiede von Pollaccia elegans, dessen Wirtspflanze Arten der Sec. Aigeiros sind, und Pollaccia radiosa, dessen Wirtspflanze Arten der Sec. Leuce sind, werden beschrieben. W. von Wettstein

**Sirks, J.,** Genotypical predetermination in Datura. (Genotypische Prädetermination bei Datura.) Genetica **22**, 197—214 (1940).

Fälle von genotypischer Prädetermination — durch den Einfluß des mütterlichen Genotyps hervorgerufene Einwirkung des Eiplasmas auf Kreuzungsnachkommenschaften — sind bei tierischen Objekten des öfteren beschrieben worden, bei Pflanzen dagegen sind klare Beispiele weitaus seltener. Nach einer Übersicht über die bekannten Fälle bei Limnaea, Bombyx, Drosophila und Ephestia berichtet Vf. über seine Befunde an Datura. 2 bestimmte Linien von Datura stramonium unterscheiden sich dadurch, daß die eine einen relativ kurzen basalen Sproß bildet, aus dem sich nach dem 7. Folgeblatt 2 gleich kräftige Seitentriebe entwickeln, während die andere einen kräftigen und einen schwachen Seitenzweig bildet; Vf. nennt die Typen kurz „dichasial" und „sympodial". Der erstere blüht und fruchtet willig, während der letztere viel später, gelegentlich überhaupt nicht zur Blüte gelangt. Die reziproken Kreuzungen zwischen diesen beiden Typen zeigen nun, daß die $F_1$-Generation von der dichasialen Mutterpflanze wiederum den dichasialen Typ verkörpert, während die Kreuzungsnachkommen von der sympodialen Mutterpflanze ihrerseits ebenfalls den mütterlichen Typ aufweisen. Nach Selbstung spalten die dichasialen $F_1$-Pflanzen im Verhältnis 3 sympodial : 1 dichasial, der Faktor für sympodialen Wuchs verhält sich also in der $F_2$ dominant. obwohl die $F_1$ dichasial war, die $F_2$ der reziproken Kreuzung erscheint zum Teil einheitlich sympodial, zum Teil spaltet sie in sympodiale und dichasiale Typen, jedoch abweichend vom 3 : 1 Verhältnis mit starkem Überwiegen der ersteren Gruppe. Vf. kommt auf Grund der weiteren Kreuzungsergebnisse zu folgender Interpretation. Die Plasmen der beiden Typen [(di) und (sy)] unterscheiden sich, und zwar ist der Unterschied vom Genotyp abhängig. Die beiden $F_1$-Bastarde sind dann durch die Formeln (di) Ss und (sy) Ss gekennzeichnet, die den Habitus bestimmen. Während der Entwicklung beeinflußt nun das dominante S-Gen das (di)-Plasma in der Weise, daß dies neutralisiert wird [(O) Ss]: die Eizellen haben nun keinen Einfluß mehr auf den Habitus der nächsten Generation, und die Spaltung nach Selbstung erfolgt dann normal nach dem 3 : 1 Schema. ss stimmt das neutrale Plasma wieder in (di) um, so daß konstante dichasiale Typen resultieren, während S das neutrale Plasma in der nächsten Generation in (sy) verwandelt. Die (sy) Ss-$F_1$-Pflanzen spalten in (sy) SS- (homozygot sympodial), (sy) Ss- (heterozygot sympodial) und (sy) ss-Typen; letztere können dichasialen Habitus aufweisen, sind aber häufig unter dem Einfluß des (sy)-Plasmas sympodial, wodurch der Ausfall an dichasialen Typen bedingt wird; die Nachkommenschaft dieser sympodialen Pflanzen hat dann einheitlich dichasialen Habitus, da durch ss das (sy)-Plasma wieder in (di)-Plasma umgewandelt wird. Es liegt also eine plasmatische Prädetermination vor, die durch den Genotyp der Mutter beeinflußt wird. Dieser Einfluß erstreckt sich auf die Embryonen und das Stadium, in dem der künftige Habitus determiniert wird, jedoch wird je nach dem individuellen Genotyp im Laufe der späteren Entwicklung der diesem entsprechende plasmatische Zusstand wiederhergestellt. Ernst

**Stefanowsky, I. A.,** Widerstandsfähigkeit der Sommerweizensorten gegen Dürrewinde. Westn. Soz. Rasten **2**, 87—98 (1940) [Russisch].

Als Untersuchungsmaterial dienten 40 der charakteristischen Proben des Sommerweizens. Die Untersuchungen wurden mit Hilfe der Trockenwindkammern des Systems Wotschal durchgeführt. Es zeigte sich, daß die Wasserverdunstung der Sommerweizensorten bei der Behandlung mit Trockenwinden in der Phase der Ährenbildung im Verlauf eines Tages rund 20 % des Gesamtvorrats beträgt. Es erwies sich ferner, daß die Wasserverdunstung beim Hartweizen eine größere ist als beim gewöhnlichen Weizen. In der Phase der Ährenbildung leidet der Sommerweizen stärker unter dem Einfluß der Trockenwinde als in der Phase der Kornbildung. Die Verringerung des Ertrages in der Phase der Ährenbildung ist auf das Eintrocknen der Staubblätter zurückzuführen, wodurch die Zahl der Körner in der Ähre stark abnimmt. In der Phase der Kornbildung wird der Ertrag

hauptsächlich infolge der Verringerung des absoluten Gewichtes kleiner. Die neue Trockenwindkammer von Wotschal ist sowohl für das Studium der einzelnen Elemente des Trockenwindes als auch für die Bewertung der Sorten selber von großem Interesse. Haynberg

**Tedin, O.,** Biologische Statistik. Handbuch der Pflanzenzüchtung. Hrg. v. Th. Roemer u. W. Rudorf 359—394. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1940.

Aufgabe der biologischen Statistik ist es, Zählungen, Wägungen und Messungen an biologischem Material zahlentechnisch so auszuwerten, daß die erzielten Resultate als Stütze oder als Grundlage für biologische Schlußfolgerungen Verwendung finden können. Ohne langatmige Einleitung führt T. den Leser mitten in die Variationsstatistik hinein und zeigt ihm den Kernpunkt der Methodik; die unendliche Reihe. Die allgemeine Statistik wird kurz und klar mit Beispielen aus der Pflanzenzüchtung erörtert. Die kontinuierliche und diskontinuierliche Variation erfordert das Rechnen mit der Binomial- und Poissonverteilung. Wo jedoch beim Studium von Populationen die Normalkurve nicht als Standard benutzt werden kann, gewinnt die $Chi^2$-Methode ihre besondere Bedeutung. Die Berechnung von Korrelation und Regression ist in der verständnisvollen Handhabung eines Wissenschaftlers einer der besten Hilfsmittel der modernen biologischen Forschung. Ihre richtige Anwendung verlangt jedoch Kenntnis und Geschicklichkeit. Die von R. A. Fisher ausgearbeiteten statistischen Methoden der Varianzanlage erfahren eine ihrer Bedeutung entsprechende Berücksichtigung. Den Abschluß dieses Abschnitts bildet die Behandlung spezieller Fragen der Genetik und Pflanzenzüchtung; es sind dies für den Pflanzenzüchter die besonders interessierender Probleme der Veränderlichkeit in einer Kreuzungspopulation ohne und mit Auslese, wobei naturgemäß jeweils beachtet werden muß, ob es sich um totale oder partielle Selbstbefruchtung, um Panmixie, um Auslese von Rezessiven oder Dominanten, oder um Auslese bei kontinuierlicher Variation handelt. Breider

**Yasui, K.,** Cytogenetic Studies in Artificially Raised Interspecific Hybrids of Papaver. IX. On the bivalents-association in the meiosis of the PMC of Papaver somniferum. (Zytogentische Untersuchungen an künstlich erzeugten interspezifischen Bastarden von Papaver. IX. Über die Bivalent-Association in der PMZ-Meiosis von Papaver somniferum.) Cytologia **10**, 551—557 (1940).

Auf Grund genauer zytologischer Untersuchungen über die Gestalt, Paarungsart und die räumliche Zuordnung bestimmter Bivalente (Bivalent-Association) in der Diakinese einer Rasse von Papaver somniferum kommt Vf. zu dem Ergebnis, daß diese Art amphitriploid ist. Als wahrscheinlichste Deutung für die Entstehung wird folgende angenommen: eine interspezifische Kreuzung zwischen 2 Arten mit haploid 4, bzw. 3 Chromosomen führte zu einem Bastard, der durch Chromosomenverdoppelung amphidiploid wurde [$2\ (4 + 3) = 2\ (7)$]: dieser Bastard ging wieder eine Kreuzung mit einer Art mit haploid 4 Chromosomen ein, wonach eine weitere Verdoppelung des gesamten Chromosomensatzes erfolgte [$2\ (7 + 4) = 2\ (11)$].

Ernst

Aus der Abteilung für Pflanzenkrankheiten Halle a. d. Saale

# Keimungsstudien an Getreide. I. Keimungstemperatur und Reifezustand

Von

**W. H. Fuchs**

(Mit 13 Abbildungen)

Das praktische Bedürfnis, bei unseren wichtigsten Kulturpflanzen bestimmte Eigenschaften des Keimungsvorganges zu erhalten, wie theoretisches Interesse am Keimungsvorgang und seiner inneren Bedingtheit, haben in den letzten Jahren eine verstärkte Bearbeitung der Keimungserscheinungen insbesondere an Kulturpflanzen hervorgerufen. Die Fragestellung ist je nach dem Ausgangspunkt der einzelnen Arbeiten verschieden:

1. entwicklungsphysiologisch, besonders auf die Auslösung des Keimungsvorganges und die Beeinflussung seiner Geschwindigkeit durch Außeneinwirkung; reizphysiologische Gedankengänge im Sinne der älteren Stimulationstheorie schließen sich hier an, da „Reizstoffe" zum Teil wenigstens als Hilfsmittel der Analyse des Keimungsvorganges unter verschiedenen Bedingungen eingesetzt werden;

2. entwicklungsphysiologisch in besonderer Ausrichtung auf die inneren Zusammenhänge des Keimungsvorganges und die Korrelationen zwischen den verschiedenen Teilen der Samen;

3. sortenkundlich züchterisch a) teils mit dem besonderen Ziel, die Eigenschaften der Sorten für die Praxis festzulegen und ihre Veränderung während der Lagerung für praktische Zwecke zu studieren, b) teils um Ausgangsmaterial für züchterische Arbeiten aufzusuchen, das bei Getreide die Schaffung von Neukombinationen mit verzögerter Keimreife ermöglicht; hier schließen sich dann die genetisch gerichteten Arbeiten zur Feststellung des Erbganges der Keimungsvorgänge an;

4. ökologisch mit dem Ziel, die Schwankungen der Keimreife und des Keimungsverlaufes in Abhängigkeit von den Wachstumsbedingungen der Mutterpflanze aufzuklären.

In der Durchführung der Arbeiten greifen diese Gesichtspunkte, unabhängig vom Ausgangspunkt, ineinander, da die Ergebnisse der verschiedenen Arbeitsrichtung sich gerade auf diesem Gebiete weitgehende Hilfestellung geben können. Dies gilt auch in den eigenen Arbeiten, die aus sortenkundlich züchterischen Belangen begonnen, dann aber in den verschiedensten Richtungen ausgebaut noch fortgesetzt werden. Wenn heute ein in vielen

Teilfragen unvollständiger Zwischenbericht gegeben wird, liegt das einmal darin begründet, daß die Zeitverhältnisse zu einer Aufarbeitung und Sichtung des bisher Erreichten drängen, andererseits darin, daß die Zusammenschau des Standes der vielfach verstreuten Angaben besonders über den Nachreifevorgang den Ansatzpunkt für weitere Arbeiten geben soll. Das besondere Ziel der eigenen am praktisch züchterischen „Auswuchsproblem" ausgerichteten Arbeiten ist die möglichst umfassende Bearbeitung der Keimfähigkeit und ihrer Beeinflußbarkeit unmittelbar nach der Ernte des Getreides. Diese Zielsetzung erfordert eine Zusammenfassung der Untersuchung in einem relativ kurzen Zeitraum, zur Zeit der Ernte, zwingt allerdings auch oft dazu, die Versuche in einem begrenzten, technisch zu bewältigenden Rahmen zu halten. Die Folge dieser notgedrungenen Bescheidung ist in manchen Teilfragen eine Unvollständigkeit des Materials, die erst im Laufe weiterer Arbeiten systematisch wettgemacht werden kann. Diese Schwierigkeit des Arbeitens wird dadurch noch besonders herausgestellt, daß ein statischer Vergleich der Sorteneigenschaften während der Reife und der ersten Phase des Nachreife-Vorganges aus inneren Gründen unmöglich ist, da in dieser Zeit rasche Veränderungen der verschiedensten Art nebeneinander laufen, Vorgänge, die wie wir abschließend zeigen werden, bei den einzelnen Arten und Sorten einen verschiedenen Rhythmus besitzen. Es galt daher gerade einen Einblick in die Dynamik der Keimungsvorgänge zu bekommen, um durch eine Analyse verschiedener Einwirkungen dem wirkenden Zusammenspiel der Kräfte näher zu kommen. Da seit der letzten Zusammenstellung der einschlägigen Schriften (Lehmann-Aichele) schon wieder etliche Jahre vergangen sind und auch die genannte Darstellung einen Versuch der Zusammenschau nur andeutet, sei das Schrifttum in einer späteren Mitteilung dieser Reihe zusammengefaßt.

Aus zahlreichen Arbeiten geht hervor, daß sowohl die Keimbereitschaft einer erbreinen Getreidelinie wie auch ihr Keimungsverlauf erblich bedingt sind und auf verschiedene Weise vererbt werden. Auch die eigenen Untersuchungen konnten diese Tatsache wieder bestätigen, wenn auch stärker als bisher betont werden muß, daß Umwelteinflüsse, die mit dem Erntejahr und dem Standort schwanken in einem gewissen Rahmen beide Eigenschaften abwandeln können. Bei anderen Gramineen liegen die Verhältnisse wahrscheinlich ähnlich, soweit aus bisherigen Untersuchungen geschlossen werden kann.

Es ist ferner schon seit den grundlegenden Untersuchungen im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts bekannt, daß der Keimungsverlauf durch die Verhältnisse des Saatbettes, vor allem aber durch die während des Versuches herrschenden Temperaturen, weitgehend beeinflußt wird: niedere Temperaturen vermögen die Keimung keimverzögerter Sorten weitgehend zu beschleunigen. Das Ausmaß der hierdurch möglichen Beschleunigung kann in gewissem Sinn als Gradmesser der Keimreife angesehen werden, so daß bereits Atterberg die Forderung aufstellt, daß eine Probe erst dann als völlig keimreif angesehen werden kann, wenn sie bei allen physiologischen Keimtemperaturen (bis 30°) rasch und vollständig keimt. An diesem Punkt setzen die hier besprochenen eigenen Untersuchungen ein: sie sollten Unterschiede in der Beeinflussung der Keimung durch die Keimtemperatur bei verschiedenen Sorten näher festlegen. Da die Möglichkeit einer Keimung bereits längere Zeit vor der Schnittreife gegeben ist, wurden diese Untersuchungen, sowie die gleichzeitig durchgeführten Versuche Moormanns, die im folgenden weitgehend mit berücksichtigt werden, auch auf frühere Stadien der Kornreife ausgedehnt.

## Material und Methoden

Grundlage für die Untersuchungen waren umfangreiche Feststellungen über die Auswuchsneigung und den Gang der Keimreife an den Sortimenten der Pflanzenzuchtstation Halle, die von Freistedt, Schleip und Moormann, soweit sie allgemeines Interesse beanspruchen, veröffentlicht worden sind. Im Gegensatz zu dem Material ähnlicher Untersuchungen liegt diesen Feststellungen ein Sortiment zugrunde, das sich bewußt nicht auf die heimischen oder auch nur auf europäische Sorten beschränkt, sondern in großer Zahl auswärtige und vor allem überseeische Formen umfaßt. Es ist wichtig dies hervorzuheben, da erfahrungsgemäß große und typische Unterschiede innerhalb der Variationsbreite einer Getreideart in bezug auf physiologische Eigenschaften nur an einem solchen Material festgestellt werden können. Da auch die einzelnen besonders zu den Untersuchungen herangezogenen Sorten, die zum größten Teil auf Grund einer mehr oder weniger deutlichen Keimverzögerung (abgesehen von besonders rasch keimenden Vergleichssorten) ausgewählt worden sind, in den oben genannten Arbeiten näher gekennzeichnet sind und die besonderen züchterischen Belange in dem hier aufgezeigten Zusammenhang keine große Rolle spielen, wird auf eine Aufzählung und nähere Kennzeichnung der verwendeten Sorten verzichtet. Auch bezüglich der Technik der Keimversuche kann auf die genannten Arbeiten verwiesen werden: die Untersuchungen wurden ähnlich wie in diesen teils im Papierkeimbett, teils im Sandkeimbett bei reichlicher anfänglicher Wasserzufuhr durchgeführt.

Der Sortenwahl für diese Untersuchungen lag die aus früheren Untersuchungen abgeleitete Vermutung zugrunde, daß es verschiedene Typen der Keimverzögerung geben kann.

### 1. Einfluß tiefer Keimungstemperaturen auf den Keimungsverlauf

An einigen Vertretern der Hauptgetreidearten soll im folgenden der Einfluß tiefer Keimungstemperaturen dargestellt werden. Ausgehend davon, daß ein Großteil der praktischen Keimprüfungen bei Zimmertemperatur durchgeführt wird, wurde diese Temperatur als Vergleichstemperatur gewählt. Die Zimmertemperatur lag während der Versuche bei über 20° und schwankte in den beiden hier angeführten Jahren während der Versuchszeit nur wenig. Als tiefere Vergleichstemperaturen wurden im Jahre 1938 im Kältehaus des Instituts 20 ± 3° und 10 ± 2° verwendet, im Jahre 1939 wurden wiederum im Kältehaus des Instituts 15 ± 3° und 10 ± 2°, sowie in einem Haushaltkühlschrank eine Temperatur von 5 ± 2° verwendet. Ferner wurden 1939 auch Keimproben bei 33° in einem genau einregulierten Wärmeschrank geprüft; die Ergebnisse der letztgenannten Prüfung sind allerdings in den nun folgenden Darstellungen nicht mit eingetragen, da unter diesen Temperaturverhältnissen unmittelbar nach der Ernte nur eine minimale Keimung bei allen Sorten beobachtet werden konnte und die Körner sehr rasch verschiedenen Infektionen zum Opfer fielen.

#### a) Winterweizen

Zur Kennzeichnung der ausgewählten Sorten seien in der Übersicht 1 die Auswuchsergebnisse von diesen Sorten angeführt:

Übersicht 1

| Sorte | Note nach 10 Tagen 1937 | 1938 |
|---|---|---|
| Ridit | 4 | 1 |
| Kooperatorka | 3 | 0/1 |
| Bankuter 1201 | 5 | 1 |
| Hörnings Dickkopf | 5 | 5 |
| Langs Tassilo | 4 | 3 |

Wie die Abb. 1 zeigt, weisen die gewählten Sorten einen sehr verschiedenen Keimungsverlauf auf, wobei die Keimung im Jahre 1939 mit Ausnahme von Hörnings Dickkopf langsamer vonstatten ging als im Jahre 1938. Während Bankuter 1201 und Kooperatorka in Übereinstimmung mit der im Auswuchsversuch nachgewiesenen beträchtlichen Keimverzögerung im Jahre 1939 bei Zimmertemperatur innerhalb der Versuchszeit überhaupt nicht keimen, zeigen sie im Jahre 1938 nur sehr langsame Keimung. Die drei anderen Sorten keimen bei Zimmertemperatur gleichmäßig mittelrasch; im Verhältnis zu voll nachgereiften Proben, die hier nicht dargestellt sind, ist aber auch bei ihnen eine deutliche Verzögerung der Keimung zu bemerken. Auf alle untersuchten Sorten wirken tiefere Keimtemperaturen deutlich keimungs b e s c h l e u n i g e n d, und zwar so stark, daß in fast allen Fällen durch Keimung bei 10° der Keimungsverlauf der vollreifen Körner erreicht wird. Eine Ausnahme machen lediglich Bankuter 1201 in beiden Jahren und Kooperatorka im Jahre 1938, bei denen die Keimungshemmung

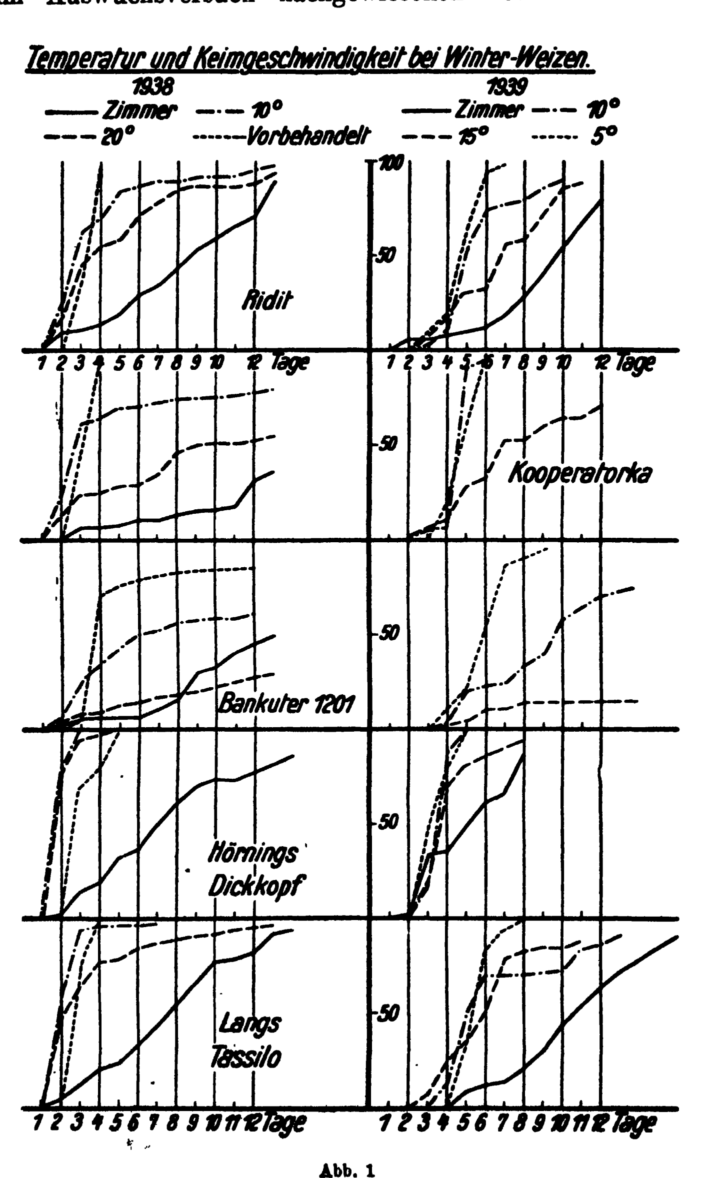



Abb. 1

auch bei dieser Temperatur noch deutlich in Erscheinung tritt. Im Jahre 1938, in dem zwar die Keimungshemmung bei Zimmertemperatur weniger stark ausgeprägt ist, ist die keimungsauslösende Wirkung der Temperatur von 10° im allgemeinen weniger wirksam, so daß auch die im Auswuchsversuch festgestellte geringe Verzögerung der Sorte Ridit sich noch in einer verminderten Beschleunigung der Keimung durch tiefere Temperaturen (im Vergleich zu Hörnings Dickkopf!) äußert. Bankuter 1201 zeigt 1939 selbst bei einer Keimungstemperatur von 5°, die alle anderen Sorten zu rascher und vollständiger Keimung veranlaßte, noch eine gewisse Verlangsamung des Keimverlaufes.

So zeigen diese Ergebnisse, daß bei Winterweizen das Ausmaß der Keimungsbeschleunigung durch niedere Temperaturen deutliche Hinweise auf das Vorhandensein von Keimungshemmungen bei einzelnen Sorten gibt.

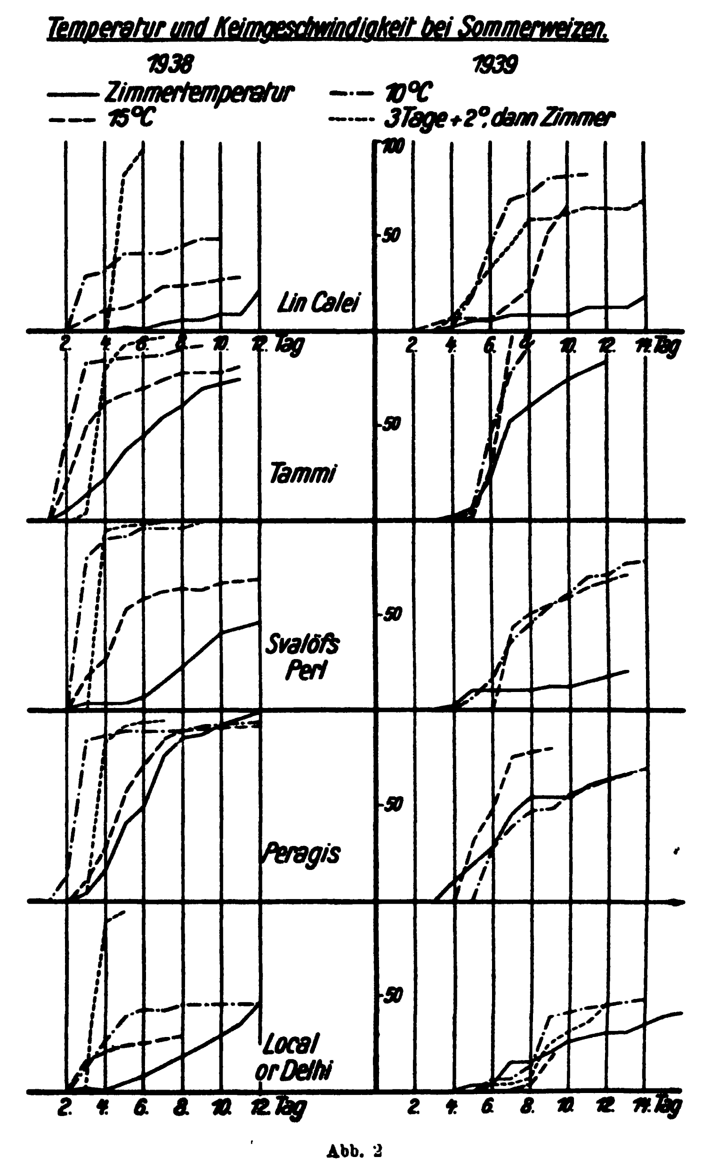



Abb. 2

Sehr deutlich geht dies auch daraus hervor, daß eine geringe Erniedrigung der Temperatur (1938: 20°) auf die stärkst verzögerte Sorte Bankuter 1201 überhaupt nicht, auf Kooperatorka schwach, auf Ridit mittelstark einwirkt, während sie bei Tassilo und vor allem bei Hörnings Dickkopf in ihrer Wirkung 10° fast gleich kommt.

## b) Sommerweizen

Unter Sommerweizen fand Schleip bei den Auswuchsprüfungen wesentlich stärker verzögerte Sorten als unter Winterweizen. Eine Auswahl

von diesem, die in den folgenden Jahren weiter studiert wurden, ist im folgenden neben einigen ziemlich rasch keimenden, näher dargestellt. Übersicht 2 kennzeichnet die hier behandelten Sorten nach ihrem Auswuchsverhalten.

Übersicht 2

| Sorte | Note nach 10 Tagen 1937 | 1938 |
|---|---|---|
| Lin Calel . . . . . . . . | 1 | + |
| Tammi . . . . . . . . . | 5 | 5 |
| Svalöfs Perl . . . . . . . | — | — |
| Peragis . . . . . . . . . | 5 | 4/5 |
| Local or Delhi . . . . . | 1/2 | 0/1 |
| DC 2303 . . . . . . . . | 5 | 2/3 |
| Sin Rival . . . . . . . . | 1/2 | 0/1 |
| 1014/27 . . . . . . . . | 3/4 | 2/3 |
| Rudorf 2948 . . . . . . | 2/3 | 4/5 |

Wie Abb. 2 und 3 zeigen, treten auch innerhalb dieser Sorten starke Unterschiede im Keimverhalten auf. Die langsamste und innerhalb der hier dargestellten Versuchszeit geringster Keimung bei Zimmertemperatur weisen die südamerikanischen Weizen Lin Calel und Sin Rival auf. Auf sie folgt der indische Landweizen aus Delhi, während DC 2303 und Svalöfs Perl nur im Jahre 1939, in dem wie bei Winterweizen im allgemeinen die Keimung etwas langsamer verläuft als im Jahre 1938, eine starke Verzögerung aufweisen. Ihnen folgt der Stamm 1014/27, der Stamm Rud. 2948 und Peragis, während die finnische Sorte Tammi unter den hier dargestellten den raschesten Keimverlauf zeigt. Die geringste Förderung der Keimung durch alle untersuchten niederen Keimungstemperaturen zeigt der Landweizen aus Delhi, aber auch bei den Sorten Peragis, DC 2303 und 1014/27 fällt ein relativ geringer Einfluß der niedrigen Temperaturen auf, der sich freilich nur im Jahr 1939 deutlich auswirkt, in dem die Keimung langsamer verläuft. Bei 5° keimen auch diese Sorten rasch

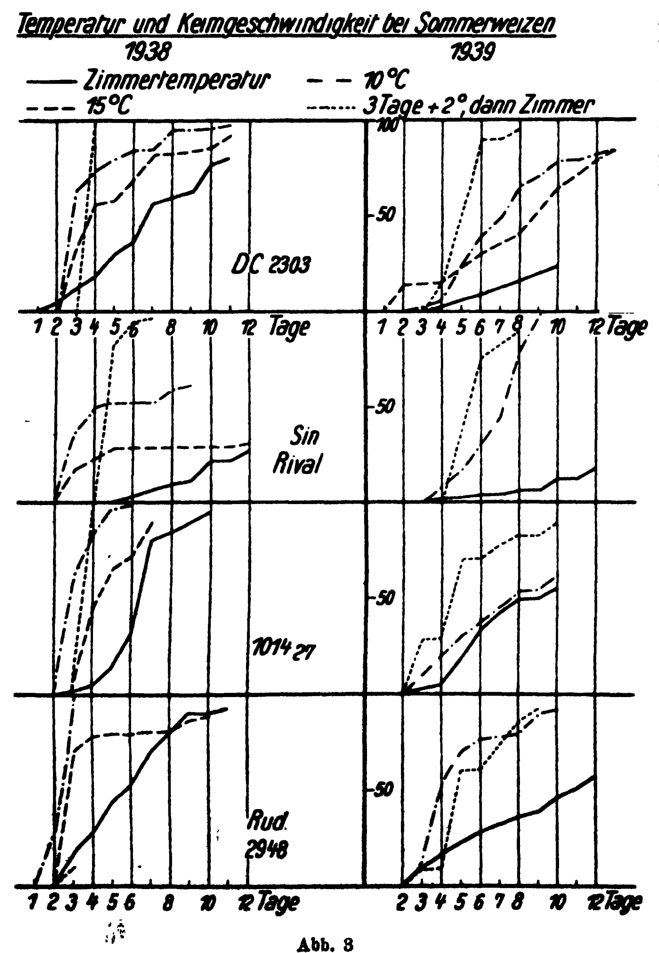


Abb. 3

und fast ungehemmt. Letzteres gilt auch für die beiden südamerikanischen Sorten, die aber im Gegensatz zu den bisher genannten Sorten auf die Temperatur von 10° im Jahre 1938 weniger reagieren als im Jahre 1939.

Es zeigt sich also auch bei Sommerweizen, daß das Ausmaß der Reaktion auf tiefere Temperaturen ein Maß für die Stärke der Keimverzögerung darstellt. Besonderen Nachdruck möchte ich auf die Feststellung legen, daß unabhängig von der bei Zimmertemperatur in Erscheinung tretenden Verlangsamung der Keimung die Sorten sich nach ihrer Reaktion auf eine geringe Erniedrigung der Keimungstemperatur in Gruppen einteilen lassen:

1. Sorten, die selbst auf eine Keimtemperatur von 5° nur ganz schwach reagieren, wie der Landweizen aus Delhi,

2. Sorten, die auf Temperaturen von 10—15° nur schwach reagieren,

3. Sorten, die bereits durch eine geringe Senkung der Keimungstemperatur schon beträchtlich in ihrer Keimung beschleunigt werden.

Ferner sei noch besonders hervorgehoben, daß bei den beiden südamerikanischen Sorten sowohl die Keimungsgeschwindigkeit bei Zimmertemperatur, als auch das Reaktionsvermögen auf Temperaturerniedrigung in den einzelnen Versuchsjahren verschieden ist, worauf wir später noch eingehender zurückkommen werden.

### c) Wintergerste

Über einen Versuch mit den Sorten Mahndorfer und Janetzkis Wintergerste berichtet Moormann, aus dem hervorgeht, daß nur bei der letztgenannten Sorte bei einer Keimungstemperatur von 10° die Keimungshemmung weitgehend, bei 20° bereits merklich aufgehoben ist. Ein weiterer Versuch mit vier Sorten ist in Abb. 4 dargestellt. Aus ihm ergibt sich, daß nur die Sorte Eckendorfer gleich nach der Ernte bei Zimmertemperatur einigermaßen gut keimt und daß nur diese Sorte bei einer Keimungstemperatur von 15° deutlich gefördert ist. Bei 10° zeigen dagegen alle Sorten einschließlich Mahndorfer, eine starke Förderung, die bei 5° noch deutlicher ist. Bei Eckendorfer verläuft die Keimung bei der letztgenannten Temperatur auch glatt, sie ist gegenüber 10° aber um einen Tag verspätet (s. S. 174). Es lassen sich diese Ergebnisse in ähnlicher Weise wie bei Weizen auswerten.

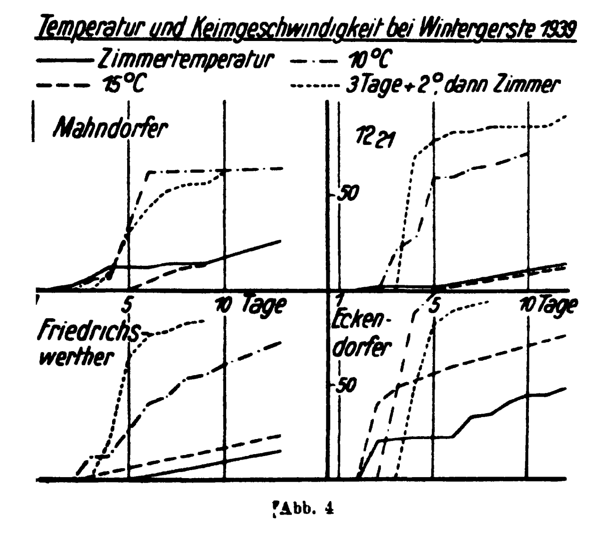



Abb. 4

### d) Sommergerste

Auch über Sommergersten mit starker Keimungshemmung und anhaltender Keimruhe berichtet Moormann. Eigene Untersuchungen sind in Abb. 5 diesen angefügt. Übereinstimmend ergeben alle Versuchsreihen, daß alle

Sommergersten unmittelbar nach der Ernte bei Zimmertemperatur in beiden Versuchsjahren gar nicht keimten, was auch mit den Ergebnissen von Freistedt übereinstimmt. Bei einem Teil der Sorten wird durch tiefere Keimtemperaturen auch zu diesem Zeitpunkt die Keimung ausgelöst. Die Sorte Cape × Coast, die bereits in den Versuchen von Freistedt durch besonders starke und nachhaltige Keimruhe auffiel, reagiert im Jahre 1939 innerhalb einer kürzeren Versuchszeit überhaupt nicht auf tiefere Temperaturen, während sie 1938 bereits nach 12 Tagen eine Förderung durch 10 und sogar 15° erfährt. Ihr steht die Sorte Michigan nahe, Heines Hanna reagiert schwach auf 15°, durch tiefere Temperaturen wird ihre Keimung dagegen in beiden Jahren beträchtlich gesteigert. Die Sommergerste aus Achenkirch dagegen wird bereits durch eine geringe Temperaturerniedrigung zu rascher und vollständiger Keimung veranlaßt. Es läßt sich also, abgesehen von geringen auch hier auftretenden Jahresunterschieden, auch unter den Sommergersten wie bei Weizen eine Einteilung der Sorten in solche, deren Keimung auch durch sehr starke Temperaturerniedrigung kaum beeinflußt werden, und solche, die schon durch eine geringe Temperatursenkung voll keimfähig werden, durchführen.



Abb. 5

## e) Hafer

Aus den eigenen Untersuchungen und denen von Moormann sind in Abb. 6 einige Sorten in ihrem Keimungsverlauf dargestellt. Wie Moormann eingehend ausführt, bestehen innerhalb des Hafersortiments sehr beachtliche Unterschiede in der Keimruhe, die sich auch sehr klar in der Keimfähigkeit unmittelbar nach der Ernte auswirken. In den hier gewählten Beispielen vertritt Mesdag die am wenigsten verzögerten Sorten, trotzdem auch dieser Hafer im Jahre 1938 bei Zimmertemperatur nur sehr zögernd keimt. Unter den übrigen Sorten zeigt zwar Red Rustproof im Jahre 1939 geringe Keimung im späteren Verlauf des Versuchs, jedoch verrät die mäßige Förderung der Keimung selbst durch sehr tiefe Keimungstemperaturen, daß die Keimruhe dieser Sorte zur Zeit des Versuches sehr tief ist. Dieser Sorte nahe steht Navarro, der ebenfalls auch nur sehr wenig durch tiefe Temperaturen, durch 20° gar nicht, beeinflußt wird. Eine mittlere Stellung nimmt die amerikanische Züchtung Markton ein, die ihre volle Keimgeschwindigkeit allerdings auch erst bei Temperaturen von weniger als 10° mit Sicherheit erreicht, im Gegensatz zu Mesdag, bei dem schon eine schwache Temperatursenkung zur vollen Keimung in kurzer Zeit führt. Es finden sich also auch bei Hafer die gleichen Verhältnisse wie bei den oben besprochenen anderen Getreidearten.

Fassen wir die Ergebnisse dieser Versuche zusammen, so ergibt sich in erster Linie eine Bestätigung der zahlreichen älteren Angaben, daß eine Durchführung der Keimprüfungen bei niederen Temperaturen auch bei Proben, die in ihrer Keimfähigkeit aus inneren Gründen behindert sind, volle Keimung in kürzester Zeit ermöglicht. Allerdings wirkt die Temperaturerniedrigung nicht auf alle Sorten der untersuchten Getreidearten in gleichem Ausmaß, vielmehr bestehen in der Reaktionsfähigkeit der Sorten beachtliche Unterschiede, so daß es möglich ist, auf Grund dieses Verhaltens eine Gruppierung der Sorten vorzunehmen. Es gibt

1. Sorten, die selbst auf eine Erniedrigung der Keimungstemperatur unter 10° unmittelbar nach der Ernte nur in sehr geringem Maße reagieren.

2. Sorten, die durch Temperaturen zwischen 10 und 15° zu rascher und vollständiger Keimung veranlaßt werden, selbst wenn sie bei einer Temperatur, die wenig über 20° liegt, eine deutliche Keimungshemmung aufweisen.

3. Sorten, die bereits bei Temperaturen über 20° rasch und vollständig keimen, trotzdem bei ausgesprochen hohen Temperaturen (über 30°) auch bei diesen Sorten noch eine unvollständige Keimreife festzustellen ist.

Für diese Einteilung lassen sich aus dem angeführten Material bei sämtlichen Getreidearten Beispiele bringen, aus denen außerdem hervorgeht, daß die Reaktionsfähigkeit auf niedrige Keimtemperaturen nicht in allen Fällen mit der bei Zimmertemperatur festgestellten Keimfähigkeit des erntereifen Kornes gleichläuft. Trotz dieser Ausnahmen scheint aber doch die Reaktionsfähigkeit auf niedere Keimungstemperaturen ein gutes und sicheres Kennzeichen für die sorteneigentümliche Keimruhe des nicht nachgereiften Kornes zu sein. Auffällig ist allerdings die Tatsache, daß in einigen Fällen nicht nur der Keimungsverlauf bei Zimmertemperatur, sondern auch die Temperaturreaktion der gleichen Sorte in verschiedenen Jahren wechselt.

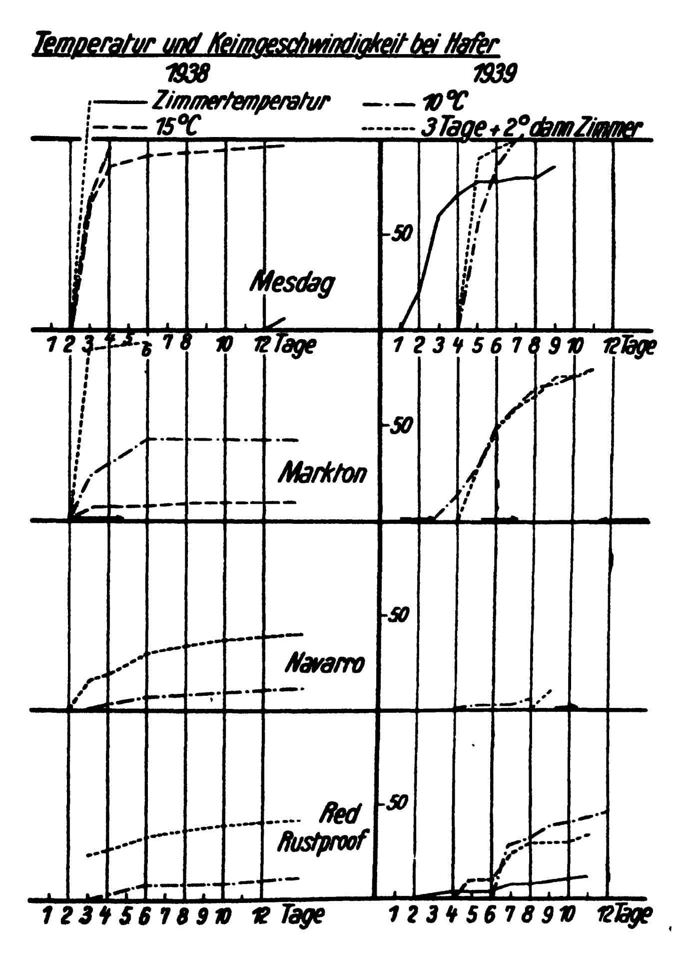



Abb. 6

Dies zeigt, daß eine statische Betrachtung dieser Erscheinungen den Tatsachen nicht vollständig gerecht wird. Ehe wir auf diese Frage an Hand von weiteren Untersuchungen eingehen, sei Grundsätzliches über die Einwirkung tiefer Temperaturen an den bisher vorgeführten Versuchen dargestellt.

Wenn man die Keimung nur innerhalb einer Temperaturspanne, die etwa zwischen 10 und 30° C liegt, untersucht, so kann vorerst angenommen werden, daß der Temperatureinfluß im wesentlichen auf einer nicht näher bekannten Aufhebung von Hemmungsfaktoren der Keimung beruht, die im normalen Stoffwechselgeschehen allmählich während der Nachreife abgebaut werden: auf dieser Grundlage läßt sich die Tatsache, daß eine Erniedrigung der Temperatur die Keimung beschleunigt, verständlich machen. Senkt man aber, wie dies in den Versuchen des Jahres 1939 geschah, die Keimungstemperatur unter 10°, so tritt neben dieser fördernden Wirkung der tiefen Temperaturen eine verzögernde Wirkung, die sich nicht im Ablauf der Keimung, sondern im Keimungsbeginn auswirkt: z. B. ist bei der Wintergerste Eckendorfer die Keimung, die an sich rasch verläuft, bei 5° gegenüber 10° um einen Tag verzögert, beim Hafer Mesdag zeigt sich diese Erscheinung sogar noch bei 10° gegenüber der ebenfalls vollständigen Keimung bei Zimmertemperatur. Es tritt also neben die keimungsfördernde Wirkung der niedrigen Temperatur noch die Verzögerung des Keimungsablaufes auf Grund nach der van t'Hoffschen Regel zu erwartenden Verzögerung des Stoffwechselablaufes. Dieser Effekt wirkt sich im Keimungsbild vor allem bei vollständig keimreifen Sorten aus, bei denen eine Förderung durch die niedere Temperatur nicht mehr möglich ist. Wir müssen aber diese Erscheinung bei der Beurteilung des Keimungsverlaufes in allen Fällen in Rechnung stellen und werden in anderem Zusammenhang sehen, daß ihr Auftreten für bestimmte Stadien des Verlaufes der Nachreife charakteristisch ist.

Dieser Hinweis auf die komplexe Natur der hier untersuchten Erscheinungen weist so wie die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der beiden Versuchsjahre darauf hin, daß die Keimungsbereitschaft des Getreidekornes bei der Ernte nicht statisch, sondern im Rahmen des gesamten Reifungsvorganges dynamisch betrachtet werden muß.

### 2. Keimungstemperatur und Reifestadium

Wie schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannt (Schriftennachweis bei Lehmann und Aichele) kann das Getreidekorn bereits beträchtliche Zeit vor der Schnittreife keimfähig sein, wenn auch in den frühesten Stadien nur sehr langsam und schwächlich. In den Entwicklungsstufen von der Milchreife an konnte dagegen bei allen Getreidearten eine rasche und weitgehend vollständige Keimung erzielt werden. Da sich also der Embryo der Gramineen, im Gegensatz zu dem mancher anderer Pflanzenarten — etwa vieler Koniferen — längere Zeit vor dem Abschluß der Kornausbildung voll entwickelt hat, kann ein Studium früher Reifestadien tieferen Einblick in die Dynamik des Ausreifungsvorganges gewähren. Die Bedeutung einer solchen Untersuchung gerade für unsere Fragestellung wird dadurch besonders unterstrichen, daß nicht in allen Fällen ein gleichmäßiger Anstieg der Keimfähigkeit mit zunehmender Reife erfolgt, sondern daß, wie schon Whitcomb an Hafer nachwies, in einzelnen Fällen die Keimfähigkeit des vollreifen Kornes geringer sein kann, als die des milch- oder gelbreifen. Die eingehenderen Untersuchungen Freistedts an verschiedenen Wintergerstensorten zeigen die

gleiche Erscheinung in aller Deutlichkeit, wie ein Auszug der Ergebnisse in Abb. 7 nochmals vor Augen führt. Sorten, die bei der Ernte hohe Keimfähigkeit zeigen, wie auch ausgesprochen verzögert keimende, zeichnen sich in der Milchreife durch eine erhöhte Keimfähigkeit aus: ohne späteren Erörterungen über die Ursache der verschiedenen Keimruhe vorzugreifen, sei an Hand der Abbildung darauf hingewiesen, daß der verschiedene Wassergehalt reifer und unreifer Körner nicht die Ursache dieses Rhythmuses sein kann, da ein Zurücktrocknen der Körner die Keimprozente unreifer Proben in einigen Fällen noch erhöht, so daß Keimungsmaxima vor der Erntereife unter diesen Umständen noch stärker in Erscheinung treten.

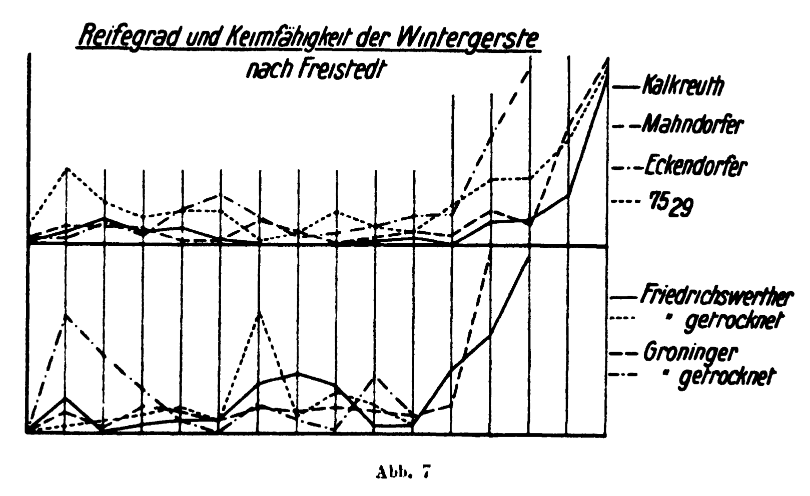
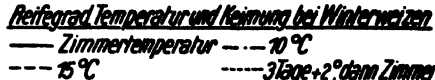



Abb. 7

Zur näheren Untersuchung der durch diese Befunde aufgeworfenen Fragen wurden Untersuchungen über die Keimung verschieden stark ausgereifter Getreideproben bei tiefen Keimtemperaturen angesetzt. Aus technischen Gründen konnten 1938 nur an Winter- und Sommergersten einzelne Reifestadien untersucht werden, während 1939 zwar alle Getreidearten in die Untersuchung einbezogen werden konnten, die Prüfung aber auf eine schematische Untersuchung in Abständen von drei Tagen unmittelbar vor der Vollreife beschränkt bleiben mußte. Infolge des verschiedenen Reifegrades der untersuchten Sorten sind die Reifestadien nicht bei allen Sorten gleichmäßig erfaßt; dieser Mangel wurde vorerst in Kauf genommen, um die Untersuchung eines breiten Materials zu ermöglichen, das einen Überblick über die Verbreitung der untersuchten Erscheinung geben soll. Über weitere eingehendere Untersuchungen wird später zu berichten sein. Die bisherigen Ergebnisse geben aber schon einen derartigen Einblick in die untersuchten Fragen, daß ihre Mitteilung heute gerechtfertigt erscheint, um eine Arbeitshypothese zu begründen und für den Fall einer Verzögerung der weiteren Arbeit durch die Kriegsverhältnisse andere Untersuchungen anzuregen. Um von einer raumverschwendenden Darstellung sämtlicher Keimungskurven absehen zu können, wurde in den folgenden Abbildungen eine gedrängte Form der Darstellung gewählt: es wurden die Keimergebnisse an bestimmten Tagen nach der Einkeimung aus den Keimkurven der verschiedenen Stadien herausgezogen und zueinander in Beziehung gebracht: die daraus erhaltenen Kurven zeigen dann die relative Keimgeschwindigkeit an; ein Vergleich der Kurven von mehreren Keimungstagen gibt Anhaltspunkte über den Keimungsverlauf der einzelnen Proben.



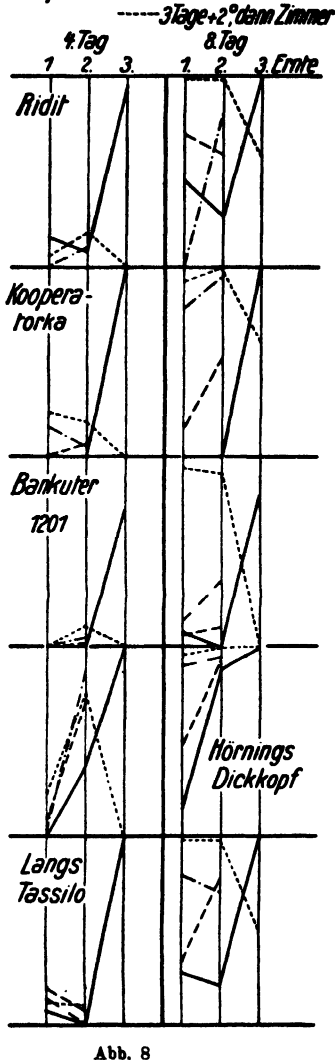




Abb. 8

Die Ergebnisse an einigen Winterweizen sind in Abb. 8 dargestellt. Hier konnten nur mehr die Verhältnisse unmittelbar vor der Vollreife, während der Vollreife und im Herbst (etwa 7 Wochen nach der Ernte) miteinander verglichen werden. Da zu dem letztgenannten Zeitpunkt alle Sorten bei Zimmertemperatur voll keimten, wurde auf die Prüfung der Temperatur von 10° verzichtet. Die tiefste Keimungstemperatur mußte aus technischen Gründen um etwa 1,5° tiefer gewählt werden als bei den Sommerversuchen: die sehr deutliche Verspätung des Keimungsbeginnes der bei dieser Temperatur angesetzten Proben, die sich in allen Untersuchungen gleichmäßig zeigte, beruht daher zum Teil darauf, daß sich die Verlangsamung des Stoffwechsels stärker als bei den ersten Versuchen auswirkt. Sie ist aber, wie aus dem Vergleich mit anderen Untersuchungen hervorgeht, nicht allein darauf zurückzuführen, sondern beruht auf der schon oben erwähnten Tatsache, daß voll keimfähige Körner die verzögernde Wirkung der tiefen Temperatur in besonders starkem Maße zeigen. Übersicht 3 gibt einige Unterlagen über den verschiedenen Zustand der einzelnen Sorten bei den beiden Prüfungen zur Erntezeit.

Bei Zimmertemperatur zeigt nur Hörnings Dickkopf eine Zunahme der Keimgeschwindigkeit von der 1. zur 2. Untersuchung, die bei dieser Sorte auch bei allen anderen Temperaturen deutlich ist. Abgesehen von der Sorte Kooperatorka, die bis zum 8. Tage bei Zimmertemperatur überhaupt nicht gekeimt hat, zeigen alle anderen Sorten eine Verminderung der Keimgeschwindigkeit von der 1. zur 2. Untersuchung bei Zimmertemperatur. Bei tieferen Temperaturen ist dieser Effekt in den meisten Fällen in sein Gegenteil verkehrt, wenn man die Ergebnisse am 8. Tage vergleicht (Ausnahme nur Ridit 15° und Tassilo 10°, die erste vielleicht zu erklären dadurch, daß

Übersicht 3

| Sorte | 1. Untersuchung | 2. Untersuchung |
|---|---|---|
| Ridit | K. gelb, hart, schnittreif | vollreif |
| Kooperatorka | K. grünlichgelb, hart, voll schnittreif | fast schnittreif, gut schnittreif |
| Bankuter 1201 | | vollreif |
| Hörnings Dickkopf | K. gelblich, noch weich | schnittreif |
| Langs Tassilo | K. gelb, fast schnittreif | vollreif |

die Förderung durch 15° bei der 2. Untersuchung nur gering war, die zweite dadurch, daß bei Tassilo bei 10° die Stoffwechselhemmung sich bereits stärker auswirkt; hierfür spricht vor allem die Tatsache, daß bei dieser Sorte am 4. Keimtage bei allen Temperaturen eine Verzögerung der 2. Untersuchung in Erscheinung tritt. Überhaupt sind am 4. Tage die Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungen, außer bei Hörnings Dickkopf, gering.

Es ergibt sich also, daß bei Winterweizen eine Abnahme der Keimgeschwindigkeit während des Reifevorganges auf dem Halm eintreten kann, daß sich ferner diese Veränderung in Richtung und Stärke bei verschiedenen Keimungstemperaturen verschieden auswirkt und daß schließlich das Ausmaß der durch niedrige Keimungstemperaturen bedingten Änderung der Keimgeschwindigkeit in einzelnen Reifestadien verschieden groß ist. Letzteres geht auch aus einer anderen Auswertung der Keimkurven hervor. Diese wurden hierzu vom Keimungsbeginn bis zum 12. Tag planimetrisch ausgemessen, so daß die erhaltenen Flächenwerte ein Maß für Geschwindigkeit und Größe der Keimung darstellen. In Übersicht 4 sind diese Zahlen

Übersicht 4

| Sorte | 1. Ernte | | | | 2. Ernte | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5° | 10° | 15° | Zimmer | 5° | 10° | 15° | Zimmer |
| | Planimeter-Einheiten | | | | | | | |
| Ridit . . . . . . . | 179 | 112 | 129 | 95 | 185 | 154 | — | 63 |
| Kooperatorka . . . . | 178 | 140 | 31 | 0 | 181 | 182 | — | 0 |
| Bankuter 1201. . . . | 160 | 26 | 15 | 0 | 153 | 72 | — | 0 |
| Hörnings Dickkopf . . | 176 | 142 | 93 | 17 | 220 | 237 | — | 162 |
| Tassilo . . . . . . | 162 | 160 | 117 | 50 | — | 136 | — | 50 |

Von Sommerweizen konnten mehrere Reifestadien untersucht werden. Die Ergebnisse sind in den Abb. 9 und 10 dargestellt.

Bei allen Sorten durchlaufen die Kurven, die hier etwa den Zeitraum vom Ende der Milchreife bis zur Schnittreife umfassen, während dieser Zeit einen Mindestwert, der sich bei der sehr rasch ausreifenden Sorte Tammi (und bei Rud. 2948) nur als schwache Delle in der Kurve auswirkt und bei den am stärksten verzögerten Sorten (Lin Calel, Sin Rival und Landweizen aus Delhi) infolge der niedrigen Anfangswerte auch nur flach ausgeprägt ist. Der Grundcharakter der aufgestellten Kurven ist hier bei allen Versuchstemperaturen der gleiche. Es fällt, wie auch aus den hier zur Raumersparnis nicht im einzelnen mitgeteilten Planimeterauswertungen hervorgeht, aber wiederum auf, daß in den einzelnen Reifestadien die Wirkung der niedrigen Keimungstemperaturen verschieden stark ist. Infolgedessen liegen auch die Maxima der bei verschiedenen Temperaturen aufgenommenen Kurven in ganz verschiedenen Erntezeiten, so daß ein scheinbar recht verworrenes Bild entsteht. Betreffs des Absinkens der Kurve für die tiefste Keimtemperatur sei auf das bei Winterweizen Erwähnte verwiesen, es sei aber hier hinzugefügt, daß sich das Überwiegen des hemmenden Einflusses auf den Stoffwechsel bei Sommerweizen in einigen Fällen bereits bei der letzten Erntezeit im Sommer auswirkt und wohl auch etwa bei dem Landweizen aus Delhi bei der Keimungstemperatur von 10° auch in Erscheinung tritt. Eine Deutung des Kurvenverlaufs soll erst nach der Besprechung der an anderen Getreidearten erhaltenen Ergebnisse gegeben werden.

An Wintergerste liegen einige Angaben von Moormann vor, die in Abb. 11 dargestellt sind und zeigen, daß auch bei den untersuchten Winter-

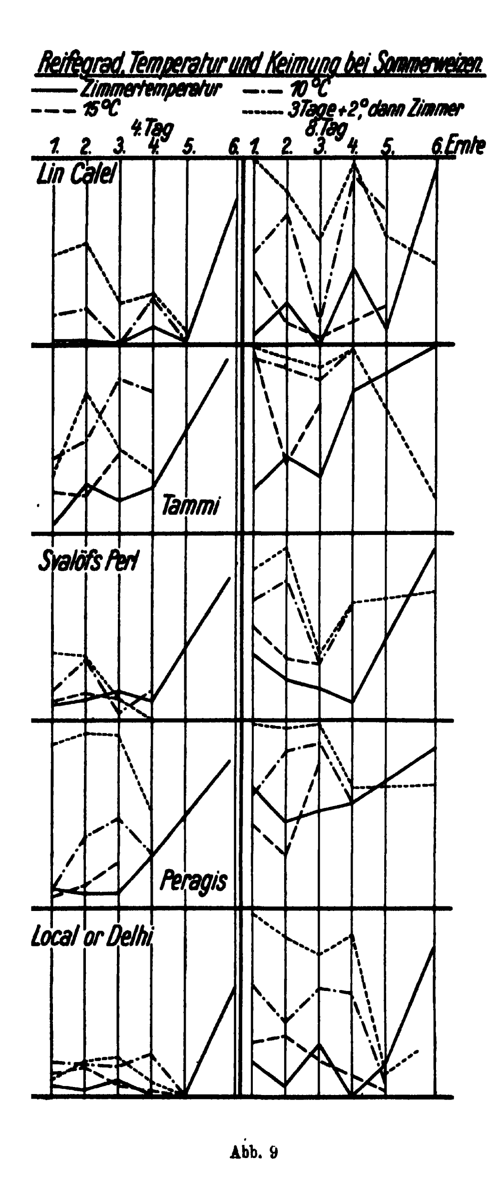



Abb. 9

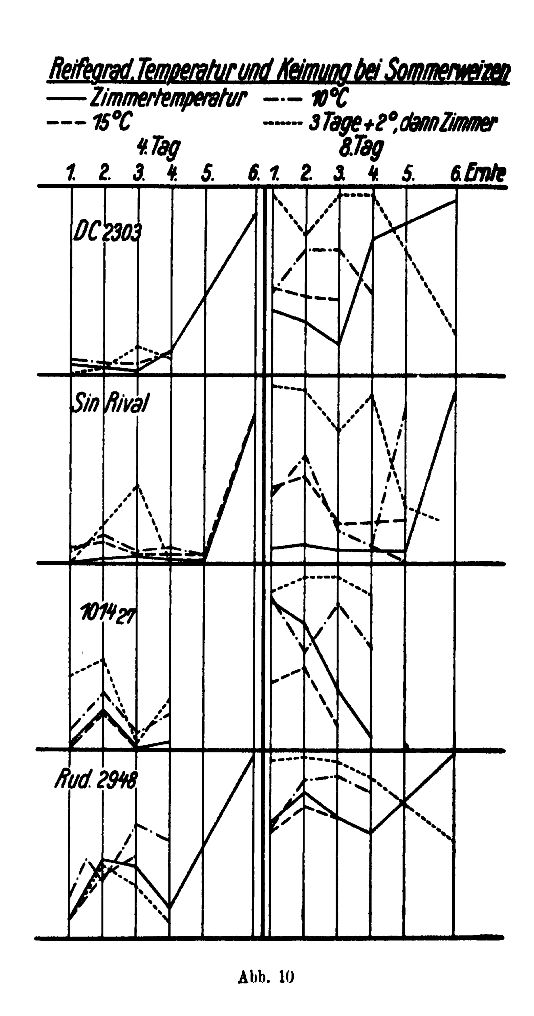



Abb. 10

gerstensorten ähnliche Verhältnisse wie bei Weizen vorliegen dürften, wie nach den oben erwähnten Untersuchungen Freistedts nicht anders zu erwarten ist.

Die von Moormann an Sommergerste 1938 erhaltenen Ergebnisse sind ebenfalls in Abb. 11 zusammengefaßt. Sie zeigen, daß die bei der Erntereife durch sehr starke Keimruhe ausgezeichnete Sorte Cape × Coast in der Milchreife beträchtlich stärker keimen kann als selbst vier Wochen nach der Ernte, während bei der Sorte Heines Hanna höchstens bei einer Keimtemperatur von 10° ein schwacher Anstieg der Keimfähigkeit in der Milchreife zu ersehen ist. Der Reifungsverlauf von Cape × Coast zeigt weiterhin, ähnlich wie schon bei Sommerweizen festgestellt ist, daß die Höchstwerte bei den einzelnen Keimungstemperaturen nicht in die gleichen Reifestadien fallen. Die in Abb. 12 dargestellten Ergebnisse aus dem Jahre 1939 zeigen ebenso wie die Untersuchungen Moormanns, daß bei Ende der

Gelbreife im Jahre 1939 diese Förderung der Keimung des unreifen Kornes offenbar schon durchlaufen war und daher beim Vergleich der beiden in diesem Jahr verglichenen Ernten nur ein Anstieg der Keimgeschwindigkeit von der ersten zur zweiten Ernte festgestellt werden konnte. Da auch die Keimung der erntereifen Cape × Coast-Probe rascher als im Jahre 1938 einsetzte, handelt es sich sicher um Unterschiede des Reifungsvorganges in den beiden Jahren.

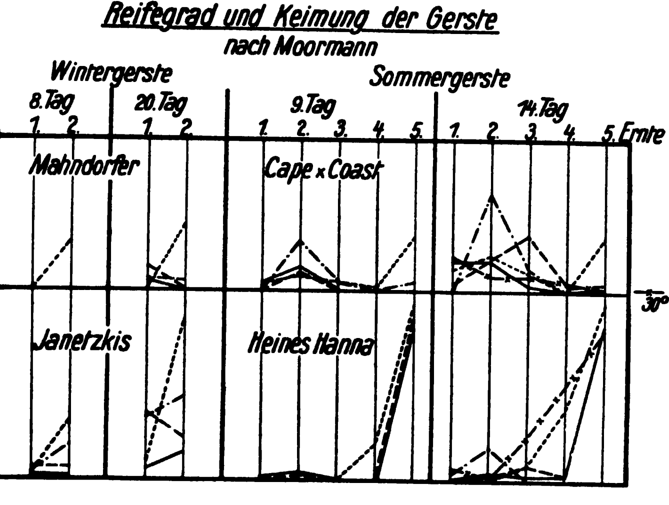



Abb. 11

Die Untersuchungen an Hafer zeigen, wie aus Abb. 13 hervorgeht, grundsätzlich ähnliche Verhältnisse wie sie schon bei den anderen Getreidearten besprochen wurden.

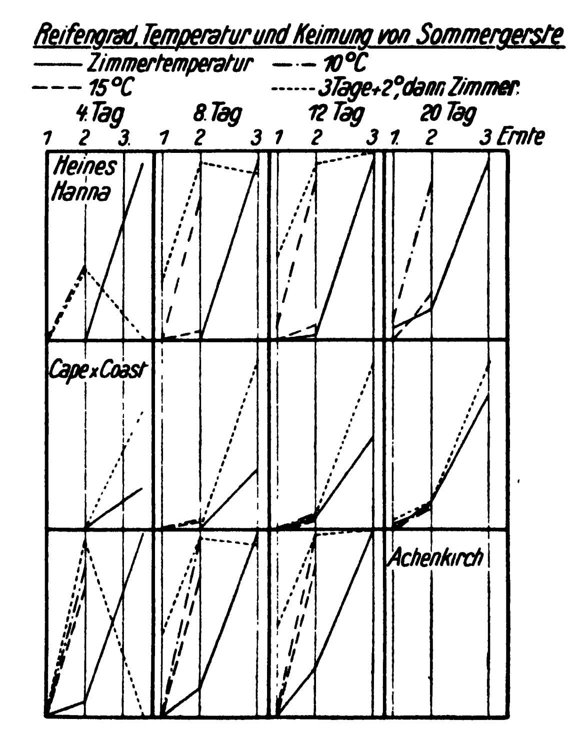



Abb. 12

Auch hier ist bei einigen Sorten ein Abfall der Keimgeschwindigkeit und Keimfähigkeit unmittelbar vor der Erntereife festzustellen, der bei verschiedenen Keimungstemperaturen einen verschiedenen Verlauf zeigt.

Die beobachteten Veränderungen des Keimungsverlaufes sind nicht auf Grund irgendwelcher Veränderungen während der Lagerung zurückzuführen. Es muß die Schlußfolgerung gezogen werden, daß zumindest bei einigen Sorten der untersuchten Getreidearten ein wellenförmiger Gang der Keimbereitschaft während der Reifung des Kornes auf dem Halm erkannt wurde, derart, daß mit fortschreitender Kornentwicklung die Keimbereitschaft zuerst zunimmt, einen

Höchstwert durchläuft und etwa gegen die Zeit der Reife wiederum abnimmt, einen Mindestwert durchschreitet und erst bei oder auch einige Zeit nach der Erntereife endgültig ansteigt zu dem Endwert, der dann erst bei Überalterung wieder abgebaut wird. Es muß besonders betont werden, daß der Mindestwert sowohl vor, als auch bei oder gar nach der Schnittreife des Kornes erreicht werden kann. Ferner ergibt sich, daß sich dieser wellenförmige Verlauf der Keimbereitschaft zwar grundsätzlich gleichartig bei mittleren und höheren Keimungstemperaturen äußert, daß die Kurve der Keimbereitschaft aber je nach der Untersuchungstemperatur parallel verschoben sein kann, so daß die Extremwerte je nach der Keimungstemperatur in verschiedene Reifestadien fallen können. Die Stärke der Beeinflussung der Keimung durch niedrige Temperaturen ist daher auch in verschiedenen Reifestadien verschieden groß, und es kommt, wie schon Moormann für Sommergerste betont, nicht nur den einzelnen Sorten, sondern und vor allem den einzelnen Reifestadien ein typisches Temperaturoptimum zu.

Abb. 13

Für diesen wellenförmigen Verlauf der Keimbereitschaft in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium läßt sich auch weiteres Anschauungsmaterial aus Versuchen mit ganz anderer Fragestellung heranziehen, die von Larsson und Mitarbeitern veröffentlicht wurden. Diese lagern Getreideproben, die in verschiedenen Reifestadien geerntet wurden, bei verschiedenen Temperaturen zwischen 0 und 35° ein und untersuchen nach verschieden langer Lagerungszeit die Keimfähigkeit. Berücksichtigt man, daß nach den Ergebnissen der genannten Forscher und den jüngst veröffentlichten ähnlichen Untersuchungen von Voss bei tiefen Lagertemperaturen die Keimreifung nur sehr langsam fortschreitet und bei 0° längere Zeit auf dem beim jeweiligen Schnitt erreichten Stand stehen

bleibt, so muß sich der Gang des Keimreifungsprozesses aus den Ergebnissen dieser Arbeit ableiten lassen. Tatsächlich läßt sich aus den umfangreichen Zahlenübersichten der genannten Verfasser für alle Getreidearten geeignetes Beispielsmaterial entnehmen. Als ein Beispiel seien hier die Verhältnisse der Gerstensorte Trebi 448 erläutert (Übersicht 5). In den Jahren 1929 und 1931 war bei einer Lagerung bei 0 bzw. 10° das milchreif geerntete Korn dem vollreif geernteten in der Keimfähigkeit längere Zeit überlegen, im Jahre 1930 zeigt das gelbreif geerntete Material eine ähnliche Erscheinung, so daß also in diesem Jahre der erste Höchstwert der Keimbereitschaft etwas später erreicht wurde. Es liegt keinerlei Anlaß für die Annahme vor, daß durch die Lagerung wesentliche Veränderungen im Keimungsablauf eingetreten sind, da man die sehr eingehenden Untersuchungen des Jahres 1931 nach den verschiedensten Richtungen auswerten kann, ohne daß das geschilderte Bild sich ändern würde. Die Übersicht 5 zeigt dies deutlich. Nimmt man an, daß durch die Lagerung bei 0° die Reifungsvorgänge genau so wie in der Natur, aber gewissermaßen in Zeitlupe, ablaufen, so läßt sich weiter aus diesen Werten noch folgendes ableiten: am

Übersicht 5

| Ernte | Milchreif 18. 7. 1929 | | | Vollreif 26. 7. 1929 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Lagerung Tage | 22 | 50 | 70 | 13 | 41 | 61 |
| Temperatur | Keimfähigkeit in % | | | | | |
| 0° | 19 | 12 | 56 | 2 | 23 | 66 |
| 10° | 1 | 13 | 41 | 2 | 8 | 64 |
| 20° | 14 | 35 | 73 | 3 | 99 | 99 |

| Ernte | Milchreif 9. 7. 1930 | | | Gelbreif 14. 7. 1930 | | | Vollreif 18. 7. 1930 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lagerung Tage | 21 | 44 | 71 | 24 | 53 | 72 | 28 | 53 | 74 |
| Temperatur | Keimfähigkeit in % | | | | | | | | |
| 0° | 0 | 4 | 0 | 4 | 18 | 18 | 2 | 4 | 8 |
| 10° | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 30 | 2 | 4 | 18 |
| 14° | 2 | 2 | 96 | 10 | 100 | 98 | 10 | 100 | 100 |

| Ernte | Milchreif 11. 7. 1931 | | | | | | Vollreif 20. 7. 1931 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lagerung Tage | 1 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 0 | 8 | 14 | 21 | 28 | 35 |
| Temperatur | Keimfähigkeit in % | | | | | | | | | | | |
| 0° | 2 | 3 | 31 | 19 | 13 | 6 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 2 |
| 10° | — | 4 | 23 | 40 | 22 | 22 | — | 4 | 1 | 0 | 2 | 2 |
| 20° | — | 2 | 15 | 7 | 17 | 17 | — | 1 | 2 | 4 | 3 | 11 |
| 30° | — | 2 | 6 | 6 | 12 | 95 | — | 1 | 8 | 88 | 100 | 100 |
| 35° | — | 11 | 9 | 24 | 80 | 98 | — | 7 | 18 | 97 | 99 | 98 |

Tage des Schnittes zeigen sowohl die milchreif wie die vollreif geernteten Körner eine sehr geringe Keimfähigkeit; während nun bei Lagerung der vollreif geernteten Körner je nach der Lagerungstemperatur in längerer oder kürzerer Zeit die Keimgeschwindigkeit stetig ansteigt, wird sie bei den milchreif geernteten allmählich, besonders bei den niedrigen Lagerungstemperaturen gesteigert, durchläuft einen Höchstwert und sinkt dann wiederum deutlich ab, um erst später (im Versuch nur bei den hohen Lagerungstemperaturen

sichtbar) wieder endgültig anzusteigen. Dies tritt allerdings bei den milchreif geernteten Körnern später ein als bei den vollreif geernteten, entsprechend der schon frühzeitig gemachten Beobachtung (Atterberg u. a.), daß bei vorzeitig geernteten Körnern die Keimruhe länger währt.

Ehe wir die in diesem Abschnitt getroffene Feststellung noch näher erläutern, sei die Einwirkung besonders hoher Keimtemperaturen besprochen.

### 3. Untersuchungen über die Keimung bei Temperaturen zwischen 30 und 35°

Bereits in den frühesten Untersuchungen über den Temperatureinfluß auf die Keimung erntereifen Getreides wurde festgestellt, daß selbst bei solchen Proben, die bei Zimmertemperatur einigermaßen normal keimten, durch weitere Erhöhung der Keimtemperatur noch Hemmungserscheinungen sichtbar werden, so daß wie auch in letzter Zeit auch Voss feststellen konnte, Unterschiede in der Keimbereitschaft verschiedener Sorten und Proben, die unter anderen Bedingungen bereits verwischt sind, noch festgestellt werden können. Atterberg hat daher bereits die Forderung erhoben, daß man eine Getreideprobe erst dann als voll keimreif ansehen dürfe, wenn sie bei 30° rasch und vollständig keimt. Es wurden daher auch bei einigen unserer Untersuchungen Keimprüfungen bei 30 bzw. 34° angestellt, von deren Darstellung bisher abgesehen wurde, da in den meisten Fällen keine Keimung eintrat und die Proben sehr rasch Mikroorganismen zum Opfer fielen, ein Zeichen dafür, daß die Körner geschädigt wurden.

Die folgenden Übersichten geben Auskunft über den Keimungsverlauf bei 33°. In Übersicht 6 sind die Ergebnisse bei Winterweizen dargestellt, mit Ausnahme der ersten Untersuchung vor der Schnittreife, weil bei dieser alle Proben ohne nennenswerte Keimung rasch verfielen.

Übersicht 6

| Sorte | Schnittreif | | | nach 6—7 Wochen | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5. Tag | 10. Tag | Endsumme | 3. Tag | 7. Tag | Endsumme |
| | gekeimt in v. H. | | | | | |
| Ridit . . . . . . . . | 2 | 16 | 36 | 10 | 18 | 26 |
| Kooperatorka . . . . . | 0 | 0 | 8 | 0 | 2 | 10 |
| Hörnings Dickkopf . . . | 0 | 0 | 6 | 6 | 16 | 22 |
| Tassilo . . . . . . . | 0 | 2 | 12 | 10 | 18 | 34 |
| Carsten V . . . . . | 0 | 0 | 4 | 34 | 52 | 64 |
| 1553 . . . . . . . . | 0 | 14 | 54 | 12 | 52 | 70 |

Zu den bisher als Beispiel gewählten Winterweizensorten wurden hier noch Carsten V und Stamm 1553 hinzugefügt, da ersterer bei der zweiten Ernte, letzterer bereits bei Schnittreife eine relativ vollständige Keimung bei der hohen Temperatur aufweisen: der rasche Verlauf der Keimreifung dieser Sorten wird hierdurch wesentlich stärker hervorgehoben als durch den zwar ziemlich rascheren aber doch nicht scharf von den übrigen Sorten unterschiedenen Keimverlauf bei Zimmertemperatur.

Übersicht 7 bringt die einschlägigen Ergebnisse mit Sommerweizen, die ebenfalls um eine Sorte 236, die in allen Ernten trotz der hohen Keimungstemperatur rasch keimt, vermehrt wurden. Es fällt bei Betrachtung dieser Übersicht wiederum der sorteneigentümliche wellenförmige Verlauf der Keimgeschwindigkeit bei den verschiedenen Ernten auf. Beachtlich sind die zum Teil sehr hohen Endkeimziffern, die einige Sorten trotz der hohen Temperatur im unreifen Zustand erreichen, obwohl die Gefahr der Infektion

Übersicht 7

| Sorte | 1. Ernte | | | 2. Ernte | | | 3. Ernte | | | 4. Ernte | | | 5 Wch. n. E. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5. | 10. | E. | 5. | 10. | E. | 5. | 10. | E. | 5. | 10. | E. | 3. | 7. | E. |
| | gekeimt in v. H. | | | | | | | | | | | | | | |
| Lin Calel . . | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 | 32 | 0 | 2 | 12 | 0 | 2 | 6 |
| Tammi . . . | 2 | 2 | 6 | 6 | 12 | 14 | 8 | 10 | 14 | 0 | 2 | 14 | 54 | 68 | 78 |
| Sval. Perl . . | 2 | 4 | 18 | 10 | 16 | 20 | — | — | — | 0 | 2 | 8 | 22 | 36 | 38 |
| Peragis . . . | 2 | 6 | 8 | 6 | 22 | 32 | 4 | 24 | 60 | 16 | 20 | 20 | 8 | 16 | 16 |
| Local or Delhi | 2 | 6 | 10 | 0 | 2 | 2 | 2 | 8 | 8 | 2 | 6 | 20 | 4 | 12 | 18 |
| DC 2303 . . | 4 | 40 | 60 | 0 | 6 | 10 | 0 | 2 | 8 | 0 | 4 | 32 | 10 | 46 | 58 |
| Sin Rival . . | 0 | 2 | 6 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 1014 . . . . | 0 | 2 | 14 | 0 | 22 | 34 | 0 | 6 | 32 | 4 | 14 | 22 | — | — | — |
| Rud. 9948 . . | 4 | 30 | 48 | 8 | 20 | 38 | 14 | 20 | 38 | 2 | 8 | 34 | 30 | 52 | 58 |
| 236 . . . . | — | — | 5 | 58 | 88 | 88 | 58 | 70 | 76 | 68 | 80 | 82 | 54 | 64 | 76 |

durch Mikroorganismen bei diesen Temperaturen außerordentlich groß ist. Da diese vielleicht das eine oder andere Ergebnis trotzdem noch beeinflußt haben können, ist eine genaue Nachprüfung dieser auf Grund der bisher in der Literatur niedergelegten Erfahrungen überraschenden Befunde unter Verwendung von gebeizten Körnern erwünscht. Allerdings glauben wir, daß diese keine grundsätzliche Änderung des Tatbestandes ergeben wird, der nur die im vorigen Abschnitt getroffene Feststellung unterstreicht, daß in vielen Fällen eine sehr hohe Keimbereitschaft des unreifen Kornes besteht und erst etwa zur Erntezeit die Verhältnisse geschaffen werden, die in älteren Untersuchungen festgestellt wurden.

Bei Wintergerste konnten keine näheren Beobachtungen gemacht werden, da die fast erntereifen Proben, die allein untersucht werden konnten, bei der hohen Temperatur nicht keimten, trotzdem die Körner wochenlang unbeschädigt durch Mikroorganismen im Keimbett lagen, und auch Moormann bei 30° keine Keimung der Wintergerste feststellen konnte.

Auch bei Sommergerste konnte bei 33° in keiner der untersuchten Ernten eine Keimung beobachtet werden, die milchreifen Körner fielen rasch Infektionen zum Opfer. Einige Wochen nach der Ernte spiegelte sich die in vorhergehenden Untersuchungen bei Zimmertemperatur beobachtete Rangordnung der Sorten nach ihrer Keimbereitschaft eindeutig wieder, so daß von der Wiedergabe von Zahlen abgesehen werden kann. Bei der Keimung bei 30° fand Moormann bei zwei Sorten Andeutungen einer erhöhten Keimbereitschaft des unreifen Kornes und somit des gleichen wellenförmigen Verlaufs der Keimbereitschaft.

Bei Hafer konnte im Gegensatz zu den anderen Getreidearten in unseren Versuchen keine nennenswerte Keimung bei den hohen Temperaturen festgestellt werden; selbst 5 Wochen nach der Ernte war mit Ausnahme der Sorte Markton keine Keimung bei 33° festzustellen. Moormann konnte bei 30° etwa 14 Tage nach der Ernte eine rasche vollständige Keimung der keimreifen Sorten feststellen, während die keimverzögerten Sorten noch nicht keimen konnten.

Fassen wir die Beobachtungen, die in diesem Abschnitt besprochen wurden, zusammen, so können wir feststellen, daß für den Zeitraum nach der Schnittreife bestätigt wurde, daß die Keimbereitschaft bei hoher Temperatur allmählich ansteigt und daß bei solchen Temperaturen auch nach längeren Zeitabschnitten die Rangordnung nach der Keimbereitschaft festzustellen ist. Unreif geerntete Proben von Weizen und Gerste zeigen, daß auch bei hoher Temperatur grundsätzlich die gleichen Verhältnisse

13*

vorliegen, wie sie für tiefere Temperaturen im vorigen Abschnitt dargestellt wurden, daß sich also auch hier ein Höchstwert der Keimbereitschaft vor der Ernte feststellen läßt.

## Zusammenfassung

Fassen wir die wesentlichsten Ergebnisse der hier besprochenen Untersuchungen zusammen, so ist das wichtigste, die Verallgemeinerung des Satzes herauszustellen, daß sich die Keimbereitschaft der Sorten der Hauptgetreidearten in einer durch das Erbgut der Sorte bedingten Weise während des Reifevorganges verändert, so daß, wie Moormann für Gerste bereits anführt, nicht nur jede Sorte, sondern auch ihren einzelnen Entwicklungsstadien ein bestimmtes Keimverhalten zugeordnet werden kann. Zur Kennzeichnung der jeweiligen Keimbereitschaft gibt die Prüfung der Abhängigkeit der Keimung von der Keimungstemperatur wertvolle Hinweise. Es hat sich erwiesen, daß für sehr viele Sorten der Verlauf der Keimbereitschaft während der Reife und der Nachreife nicht, wie an Hand älterer Angaben vermutet werden konnte, die Keimbereitschaft im Laufe der Reife und Nachreife allmählich ansteigt, sondern daß der bereits von anderen Forschern in einzelnen Fällen beobachtete wellenförmige Verlauf der Keimbereitschaft sehr weit verbreitet ist. Es wirkt sich nicht nur bei den üblichen Keimprüfungen, sondern auch in der wechselnden Reaktionsbereitschaft der Keimung auf die Keimungstemperatur aus, so daß die vor der Reife liegenden Höchstwerte der Keimungskurve je nach den gewählten Bedingungen in verschiedene Reifestadien fallen. Es kann daher auch nicht schlechthin behauptet werden, daß niedrige Temperatur Keimhemmungen aufhebt und diese Reaktion in allen Fällen ein Maß der Tiefe der Keimruhe ist. Dieser aus den ersten Untersuchungen über diese Frage abgeleitete und vor allem von Atterberg, später auch kraß von Munerati vertretene Satz gilt viel mehr in der vorliegenden Form nur für die Veränderung der Keimbereitschaft nach der Vollreife, also für die Periode der Nachreifungsvorgänge. Während der Ausreifung liegen offenbar recht verwickelte Zusammenhänge vor, deren nähere Analyse noch aussteht. Der Verlauf der Keimungskurven bei verschiedenen Temperaturen spricht dafür, daß der Wechsel der Keimbereitschaft auf dem Zusammenwirken einer Reihe verschiedener Faktoren beruht. Über die Möglichkeiten einer eingehenden Analyse soll in einer nächsten Mitteilung gesprochen werden.

Zum Abschluß der hier mitgeteilten Befunde sei als Arbeitshypothese folgendes Bild der Änderung der Keimbereitschaft entworfen: Die Keimbereitschaft des Getreidekornes, dessen Embryo bereits 10—14 Tage nach der Befruchtung keimfähig ist, steigt mit zunehmender Ausreifung des Kornes an. Es besteht einerseits die Möglichkeit, daß dieser Anstieg allmählich und gleichmäßig vor sich geht, ohne daß ein erster Höchstwert durchlaufen wird, wie etwa in älteren Untersuchungen an verschiedenen Beispielen gezeigt wurde. Andererseits kann aber auch der Anstieg der Keimbereitschaft anfangs relativ rasch erfolgen; dadurch aber, daß gegen die Erntereife hin infolge der Kornausbildung Widerstände gegen die Keimung eingeschaltet werden, kommt ein Höchstwert zustande, nach dessen Durchlaufen durch die zunehmenden Widerstände die Keimbereitschaft sinkt und schließlich zur Reifezeit einen Mindestwert erreicht. Im Laufe der Nachreifevorgänge werden diese Widerstände wiederum abgebaut, so daß dann die Keimbereitschaft endgültig ansteigen kann. Die Keimbereitschaft läßt sich also in diesem Falle durch eine wellenförmige Kurve darstellen, die in einem in der Nähe der

Milchreife gelegenen Reifestadium einen Höchstwert und in der Gegend der Schnittreife einen Mindestwert durchläuft. Es darf aber aus unseren Untersuchungen geschlossen werden, daß der Verlauf dieser Keimbereitschaftskurve, der wahrscheinlich durch Veränderungen im Embryo bedingt ist, bis zu einem gewissen Grade von dem Durchlaufen der äußerlich erkennbaren Reifestadien unabhängig ist: so kann sowohl der erste Höchstwert der Keimbereitschaft nach der Erbanlage und den Entwicklungsbedingungen zwischen Milchreife und Gelbreife liegen und der Mindestwert sowohl vor, als auch während oder (wie in einigen Beispielen bei Freistedt) sogar nach der Schnittreife liegen. So würde die hier entwickelte Vorstellung auch zwanglos die Beobachtung erklären, daß einige Sorten unmittelbar nach der Ernte eine Abnahme der Keimbereitschaft zeigen. Unterstellt man, daß die Kurve der Keimbereitschaft im wesentlichen durch den Zustand des Embryo bedingt ist, während auf den Vorgang der Kornreifung die Außeneinflüsse eine viel stärkere Wirkung ausüben, so wird ferner erklärlich, daß in verschiedenen Jahren und bei verschiedenen Herkünften ein und derselben Sorte eine gewisse Verschiebung des Verlaufs der Keimbereitschaft und derjenigen der Kornreife möglich ist, so daß zur Zeit der Schnittreife — die ausschließlich durch die Kornausreifung gekennzeichnet ist — ein verschiedener Grad der Keimbereitschaft bestehen kann.

Die eben dargestellte Vorstellung vom Verlauf der Keimbereitschaft während der Kornreife ist vorläufig nicht mehr als eine Beschreibung der eigentümlichen Dynamik des Keimreifungsvorganges, der Versuch, einen einheitlichen Gesichtspunkt für die Erfassung der vielfältigen Beobachtungen zu gewinnen. Ehe man eine Deutung der Phasen dieser Entwicklung und der Unterschiede im Verhalten der Sorten versucht, muß das Material betrachtet werden, das für eine Analyse des Keimverlaufs und der dabei auftretenden Hemmungen herangezogen werden kann. Vor allem muß aber die Voraussetzung näher geprüft werden, daß der Rhythmus der Keimbereitschaft durch den Embryo beherrscht wird. Darüber soll in einer nächsten Mitteilung behandelt werden.

## Schrifttum

Freistedt, P., Neue Zielsetzungen in der Gerstenzüchtung. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung **20**, 169–209, 1935.

Larson, A. H., Harvey, R. B., und Larson, J., Length of the dormant period in cereal seeds. Journ. Agr. Res. **52**, 811–836, 1936.

Lehmann, E., Aichele, F, Keimungsphysiologie der Gräser. Ferd. Enke. Stuttgart 1931. (Dort auch das ältere Schrifttum.)

Moormann, B., Untersuchungen über Keimruhe bei Hafer und Gerste. Kühnarchiv **56**, 1940/41.

Schleip, H., Untersuchungen über die Auswuchsfestigkeit des Weizens. Landw. Jahrb. **86**, 795–822, 1938.

Voss, I., Untersuchungen über Keimruhe und Auswuchsneigung von Getreidesorten. (Triticum sativum und Hordeum sativum.) Landw. Jahrb. **89**, 141–318, 1939.

Aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft

# Beiträge zur Frage der Züchtung kartoffelkäferwiderstandsfähiger Kartoffelsorten

Von

**K. O. Müller und K. Sellke**

(Mit 13 Abbildungen)



## I. Einleitung

Seitdem in den Jahren 1933—35 die ersten Mitteilungen von Trouvelot und Mitarbeitern erschienen sind, nach welchen den Angehörigen der Sectio *Tuberarium* der Gattung *Solanum* eine ganz verschiedene Bedeutung als Nährpflanzen des Kartoffelkäfers zukommt, ist man in Deutschland bestrebt, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Züchtung von „käferfesten" Kartoffelsorten auszubauen und den Weg zu finden, auf dem das Ziel sicher und möglichst schnell erreicht werden kann. Hierbei erfreuten sich die deutschen Stellen (Biologische Reichsanstalt, Berlin-Dahlem und Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Müncheberg) der weitgehenden Unterstützung des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft.

Der Tatkraft des Leiters der deutschen Arbeitsgemeinschaft, Oberregierungsrat Dr. Schwartz, Berlin-Dahlem, und dem Entgegenkommen der maßgebenden französischen Stellen und der beteiligten Forscher war es zu verdanken, daß schon 1936 ein deutscher Entomologe, Dr. Müller-Böhme, am Centre National de Recherches Agronomiques in Versailles die ersten Untersuchungen über die Fraßeignung verschiedener Speziesbastarde für den Kartoffelkäfer durchführen und im nächsten Jahre die Arbeiten an der von Professor Trouvelot geleiteten Kartoffelkäfer-Feldstation in Ahun (Département Creuse) in erweitertem Umfang fortsetzen konnte. Über die Ergebnisse, die in Zusammenarbeit mit den französischen Forschern erzielt worden sind, haben verschiedentlich Schwartz, Müller-Böhme, Schaper, Sellke und Haupt berichtet (12, 10, 15, 4). Hauptsächlich wurden in diesen Veröffentlichungen Fragen behandelt, die in erster Reihe den Entomologen interessieren. Besonders wichtig war z. B., ein Verfahren aus-

zuarbeiten, das möglichst schnell und sicher den Grad der „Käferfestigkeit" (Resistenz) bei einem umfangreichen Züchtungsmaterial zu bestimmen gestattet. Auch sollten diese Veröffentlichungen Rechenschaft über die Zielsetzung und den Umfang der in Frankreich durchgeführten Arbeiten ablegen. Dagegen wurden Fragen, die den Züchter unmittelbar angehen, kaum berührt, da das vorliegende Tatsachenmaterial damals noch nicht ausreichte, um die züchterische Seite des Problems in ein helleres Licht zu rücken.

Wenn es auch heute noch nicht möglich ist, dem Züchter einen bestimmten Weg anzugeben, den er zur Erzielung einer „käferfesten" Kartoffel einzuschlagen hätte, so scheint es uns doch an der Zeit zu sein, zusammenfassend über die an der Biologischen Reichsanstalt in Zusammenarbeit mit den französischen Stellen erzielten Ergebnisse zu berichten, soweit sie die Belange der praktischen Kartoffelzüchtung berühren. Hierzu verpflichtet uns einerseits die Tatsache, daß die deutschen Kartoffelzüchter seit Bekanntwerden der ersten Ergebnisse von Trouvelot diesen Untersuchungen steigende Aufmerksamkeit entgegengebracht haben und darauf warten, näheren Aufschluß über das bisher Erreichte zu erhalten. Zum anderen hatte der Kriegsbeginn im Herbst 1939 einen vorzeitigen Abbruch der Arbeit im Feldlaboratorium Ahun (siehe Abb. 1), erzwungen, was nicht zuletzt eine zusammenfassende Darstellung der bisher erarbeiteten Ergebnisse rechtfertigen dürfte, um gleichzeitig den interessierten Fachkreisen unsere Auffassung



Abb. 1. Das Feldlaboratorium Ahun (Frankreich)

über die derzeitige Lage und den von uns eingeschlagenen Weg auf dem Gebiete der Züchtung käferfester Kartoffelsorten bekanntzumachen.

## II. Zielsetzung

Mit der Auffindung von Solanumarten mit „fraßwiderstandsfähigem“ Laub aus der Sectio *Tuberarium*, die sich mit der Kulturkartoffel kreuzen lassen, schien die wichtigste Voraussetzung für eine aussichtsreiche Inangriffnahme der Züchtung auf „Käferfestigkeit“ erfüllt zu sein. Besondere Beachtung verdiente in diesem Zusammenhang das Verhalten des *Solanum demissum* Ldl., dessen Verbindungen mit der Kulturkartoffel schon seit dem Jahre 1932 an der BRA bearbeitet wurden, um auf diesem Wege zu phytophthoraresistenten Kultursorten zu gelangen, die gegenüber allen Biotypen des Erregers widerstandsfähig sind. Als Trouvelot und seine Mitarbeiter mit ihrer Entdeckung an die Öffentlichkeit traten (19), lagen daher bereits zahlreiche Hybriden dieser Spezies mit Kulturkartoffelsorten vor, und so konnte die Klärung der Frage, ob die Laubresistenz des *Solanum demissum* gegen Käfer- und vor allem Larvenfraß auch bei seinen Kreuzungen mit *Solanum tuberosum* L. wiedererscheint, unverzüglich in Angriff genommen werden. Die ersten $F_1$-Formen, die von K. O. Müller und seinen Mitarbeitern hergestellt worden waren[1]), wurden 1936 durch Müller-Böhme in Versailles unter der Leitung von Trouvelot auf ihr Verhalten gegenüber den Larven des Kartoffelkäfers geprüft. Müller-Böhme konnte die Trouvelotschen Beobachtungen hinsichtlich des Verhaltens des Schädlings auf *Solanum demissum* bestätigen und darüber hinaus feststellen, daß die untersuchten $F_1$-Formen (*S. demissum* × *S. tuberosum*) „resistenter“ als das Tuberosum- und „anfälliger“ als das Demissumelter waren. Dieses im allgemeinen intermediäre Verhalten der $F_1$-Generation ließ nun erwarten, daß in den $F_2$-Familien Typen herausspalten würden, welche die relativ hohe Käferfestigkeit des Demissumelters mit einem Teil der für uns wertvollen Tuberosumeigenschaften verbinden. Die nachfolgenden Ausführungen mögen darüber Aufschluß geben, ob und inwieweit diese Erwartung in Erfüllung gegangen ist.

Es versteht sich von selbst, daß von Beginn der Arbeit an die schwerwiegende Frage nach einer sicheren und dabei schnellen Methode zur Bestimmung der Käferfestigkeit des Hybridenlaubes besonders beachtet wurde. Es ist nicht aussichtsreich, Kartoffeln zu züchten, deren Laub für die Vollinsekten des Kartoffelkäfers ungenießbar wäre, weil die Vollkerfe, insbesondere die Jungkäfer der Sommergeneration, bei ihrem Reifungsfraß wenig wählerisch sind und auch Laub von resistenten Wildarten und deren Kreuzungen mit Kulturkartoffeln fressen, die auf die Larven eine deutlich fraßabschreckende Wirkung ausüben. Das Hauptaugenmerk mußte sich also auf die Eignung der Pflanzen für die Larven des Schädlings richten. Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen haben bereits Schwartz und Müller-Böhme (15), Schaper (12) und Sellke (18) berichtet. Im folgenden soll aber zusammenfassend über das Erreichte Rechenschaft abgelegt werden, um dem Züchter zu zeigen, mit welchen Schwierigkeiten er bei der objektiven Erfassung der „Fraßwiderstandsfähigkeit“ zu rechnen hat.

[1]) Beim Aufbau der Zuchtstämme, die auf Käferfestigkeit geprüft wurden, wirkte vor allem Dr. H. Börger mit, der auch an der Arbeitsplanung für die Selektionsversuche teilgenommen hat. Die Untersuchung der verschiedenen *Demissum*-Stämme geschah z. B. auf seine Anregung. — Dr. Griesinger half uns bei der Zusammenstellung der Sortimente 1939 und 1940. Beiden Herren sei an dieser Stelle herzlicher Dank ausgesprochen.

Schließlich stand die wichtige Frage offen: Gelingt es überhaupt mit Hilfe der Kreuzungszüchtung, die wertvollen Eigenschaften des Tuberosumelters mit der Käferfestigkeit des Demissumelters zu kombinieren? Diese Frage umschließt das Kardinalproblem der züchterischen Untersuchungen, denn Pflanzen mit hoher Widerstandsfähigkeit des Laubes, die aber Eigenschaften besitzen, welche ihre Anbauwürdigkeit in Frage stellen, sind unbrauchbar.

Von vornherein waren wir uns darüber im klaren, daß allein die Lösung der eben nur flüchtig skizzierten Aufgaben Jahre beanspruchen würde. In Anbetracht der großen wirtschaftlichen Bedeutung, die der Züchtung einer käferfesten Sorte zukommen würde, wurde jedoch die Arbeit aufgenommen, auch auf die Gefahr hin, zu einem negativen Ergebnis zu gelangen.

Auf einer anderen Ebene liegen die vergleichenden Untersuchungen, die sich mit der Schadwirkung des Käfers bei den verschiedenen heute im Anbau befindlichen Kultursorten beschäftigen. Den französischen Forschern war aufgefallen, daß die zur Zeit in Frankreich kultivierten Sorten im freien Feldbestand recht verschieden stark vom Kartoffelkäfer beschädigt werden. Auf einer unterschiedlichen Fraßeignung des Laubes für den Schädling beruhen diese Unterschiede jedoch nicht. Wie Trouvelot schon festgestellt hatte, werden Kultursorten, die im Freiland nur relativ schwachen Larvenbefraß aufwiesen, von dem Schädling willig angenommen, wenn man ihn in Zwangsfütterungsversuchen mit dem Laub solcher „feldwiderstandsfähiger“ Sorten ernährt. Als Ursache der geringen Fraßbeschädigungen auf dem Felde kommt also eine fraßabschreckende oder toxische Wirkung des Laubes nicht in Frage. Auf Grund der Trouvelotschen Beobachtungen sind zwei Erklärungsmöglichkeiten in Betracht zu ziehen:

a) Der Beflug der Stauden durch den Käfer zur Zeit der Eiablage hängt von dem Entwicklungszustand der Pflanzen ab. Hierbei spielen Auflaufzeit, Belaubungs- und Entwicklungsgeschwindigkeit, aber auch Pflanzzeit, Wetter- und Bodenverhältnisse eine Rolle. Je nach der Menge der Eigelege an den Pflanzen sind auch die Fraßbeschädigungen durch die Larven unterschiedlich.

b) Kultursorten mit hoher Regenerationsfähigkeit können Laubbeschädigungen schneller „auswachsen“ als minder regenerationsfähige, die den Fraßschaden nicht so schnell durch Austreiben neuer Sprosse und Blätter auszugleichen vermögen. Hieraus ließe sich ebenfalls der unterschiedliche Schaden verschiedener Kultursorten bei Kartoffelkäferbefall erklären.

Beide Möglichkeiten kommen, wie schon Trouvelot (26) und Haupt (7) dargelegt haben, in Frage. Beobachtungen hierüber im Hinblick auf die deutschen Verhältnisse liegen noch nicht vor, jedoch dürfte im Rahmen dieser Veröffentlichung ein Hinweis darauf von Wert sein, inwieweit die Regenerationsfähigkeit neben der sicherlich chemisch bedingten Laubwiderstandsfähigkeit als erstrebenswertes Zuchtziel in Frage kommen könnte. Vielleicht könnte man durch eine züchterische Bearbeitung unserer Kulturkartoffel auch nach dieser Richtung hin die durch den Kartoffelkäfer hervorgerufenen Schäden auf ein erträgliches Maß herabdrücken.

In diesem Zusammenhang ist zu bemerken, daß die kartoffelzüchterischen Bemühungen mit dem erläuterten Endziele nur dann einen praktischen Wert haben können, wenn sich bei „fraßfesten“ Sorten[1]) die Behandlung mit chemi-

[1]) Fraßfest oder widerstandsfähig wären erst solche Sorten zu nennen, bei denen der Schaden auch bei starkem Larvenbefall relativ gering bliebe, ohne daß sie mit chemischen Mitteln behandelt würden.

schen Mitteln ganz erübrigen würde oder wenigstens wesentlich eingeschränkt werden könnte. Mittels der augenblicklich zur praktischen Bekämpfung verfügbaren chemischen Mittel gelingt es ja bei sachgemäßer Anwendung auch bei stärkstem Befall, Fraßschäden und Ernteausfall vollständig zu vermeiden, allerdings mit hohen Kosten, die sich auf den Kartoffelpreis auswirken müssten.

## III. Die Eignung knollentragender *Solanaceen* und ihrer Hybriden mit der Kulturkartoffel als Nährpflanzen für den Kartoffelkäfer

### a) Methoden zur Prüfung des Laubes auf Fraßresistenz gegenüber Kartoffelkäferlarven

#### 1. Untersuchungen von Trouvelot

In einer großen Zahl von Veröffentlichungen berichten Trouvelot und seine Mitarbeiter über Versuche, in denen sie die Eignung des Laubes von verschiedenen knollentragenden Solanumarten als Nahrung für die Larven und Vollinsekten des Kartoffelkäfers geprüft haben (19—30). Das hauptsächlich bei den grundlegenden Versuchen angewandte Verfahren bestand in der Aufzucht von Kartoffelkäferlarven in Petrischalen bei Fütterung mit abgeschnittenem Laub. Hierbei wurden die Entwicklungsgeschwindigkeit, die Sterblichkeit der Larven sowie die von den Versuchstieren verzehrte (flächenmäßig ausgemessene) Blattmenge ermittelt. Soweit die den Larven angebotene Nahrung eine Entwicklung zuließ, wurden die Zuchten bis zur Verpuppung der Larven bzw. bis zum Schlüpfen der Käfer kontrolliert.

Auch an Einzelstauden unter Freilandkätigen und an Topfpflanzen im Laboratorium wurden Fütterungsversuche durchgeführt.

Trouvelot versuchte auch, der chemischen Natur der Stoffe nachzugehen, die in den Blättern von Kartoffeln und wilden *Solanaceen* auf den Schädling anlockend oder abstoßend wirken. Hierbei bot er mit Blattpreßsäften bzw. Laubextrakten getränkte Holundermarkplättchen im Auswahlversuch unter Glasschalen den Versuchstieren zum Fraß dar (10). Raucourt und Trouvelot teilen mit, daß die „Lockstoffe“ (principes actifs) der Kartoffelblätter an den kolloidalen Teil des Zellinhaltes gebunden seien. In Blattpreßsäften fänden sie sich in dem nicht filtrierbaren Anteil, der von Chlorophyll grün gefärbt ist und beim Erhitzen gerinnt. Der braune, filtrierbare Teil des Preßsaftes enthielt fast ausschließlich für die Larven unbrauchbare Stoffe. Die Lockstoffe seien in Wasser lösliche, nicht flüchtige, hitzeresistente Verbindungen. Nach Raucourt und Trouvelot sind sie nicht mit den im Kartoffelblatt vorhandenen Alkaloiden, insbesondere dem Solanin, identisch, und zwischen dem Stickstoffgehalt der Futterextrakte und ihrer Lockkraft soll eine Beziehung in dem Sinne bestehen, daß die Larven stark stickstoffhaltige Futterproben bevorzugen. Verdünnt man in einer den Larven angebotenen Nahrung den Lockstoff auf $1/4$ des in den Blättern vorhandenen Wertes, so soll der Larvenbesuch unterbleiben. Eine nähere chemische Bestimmung der fraßauslösenden Stoffe sowie auch der fraßabschreckenden Substanzen (principes repulsifs) in Blattpreßsäften von Kultur- und Wildkartoffellaub konnte nicht erreicht werden.

#### 2. Hygrostatenversuche

Bei den ersten Fütterungsversuchen, die Müller-Böhme 1936 mit dem Hybridensortiment der BRA anstellte, um es auf fraßwiderstandsfähige Typen zu durchmustern, wurden die von Trouvelot benutzten Methoden

zum Teil beibehalten. Das Untersuchungsverfahren wurde vorerst lediglich so ausgestaltet, daß größere Versuchsreihen laufend bearbeitet werden konnten. Doch ergab sich bald ein Übelstand: Die den Larven vorgelegten Blätter verdarben relativ schnell in den Petrischalen, d. h. sie welkten oder faulten je nach ihrer Frische und der Versuchstemperatur. Daher mußte man mit Versuchsfehlern rechnen, die lediglich darauf beruhten, daß das Futter sich zu rasch veränderte. Außerdem war zu befürchten, daß die Versuchstiere in den fast geschlossenen Glasschalen häufig unter ungünstigen Feuchtigkeits- und Luftverhältnissen zu leiden hatten.

Seit 1938 wurden daher die Versuche zur Ermittlung der Fraßwiderstandsfähigkeit in Hygrostatengläsern durchgeführt (Abb. 2). Diese Zuchtgläser bestehen aus einer mit Wasser gefüllten Schale, die mit Batist überspannt ist. Auf dem mittels Gummiringen festgehaltenen Stoffüberzug ruht ein Glasdeckel, unter dem den Versuchstieren das Futter dargeboten wird. In dem durch den Glasdeckel abgegrenzten Zuchtraum hatten die Larven eine einigermaßen gleichbleibende hohe relative Luftfeuchtigkeit; auch hielt sich das Laub, welches Freilandpflanzen entnommen wurde, bedeutend länger frisch als in den gewöhnlichen Petrischalen, wie Trouvelot sie benutzt hatte. In der Regel wurden die Versuche, bei denen jede Laubprobe mit mehreren Einzelversuchen vertreten war, mit frisch aus dem Ei geschlüpften Kartoffelkäferlarven angesetzt, um die Entwicklung der jungen Larven bis zu ihrer 2. Häutung zu verfolgen, d. h. so lange, bis alle Versuchstiere das dritte Häutungsstadium ($L_3$) erreicht hatten bzw. gestorben waren. Praktisch lief dieses Verfahren darauf hinaus, den Nährwert des Laubes vor allem bei den Larven des zweiten Stadiums zu prüfen, da die Tiere als $L_2$ am empfindlichsten für eine ihnen nicht zusagende Kost sind (vgl. auch S. 205 ff.).

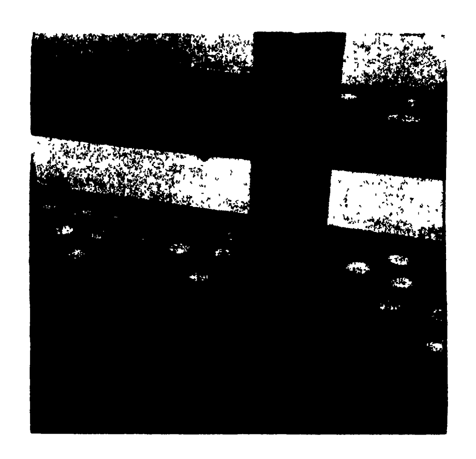


Abb. 2. Fütterungsversuche in Hygrostaten

Die „Fraßresistenz“ eines Zuchtstammes wurde auf Grund folgender Ermittlungen bewertet:

1. Nach der Larvensterblichkeit während der $L_1$- und $L_2$-Perioden. — Je höher die Sterblichkeit der Larven, desto höher die Resistenz.
2. Nach der Menge des von den Larven aufgenommenen Laubes. Die Menge des von den Versuchstieren aufgenommenen Laubes wurde dabei nach einem Bewertungsschema von 0 bis 5 geschätzt. Die Bezifferung 5 bedeutet, daß die gesamte beim Futterwechsel vorgelegte Laubmenge, die in allen Versuchen einer Serie ungefähr gleich war, verzehrt wurde. Je geringer die aufgezehrte Blattmenge war, desto höher wurde die „Resistenz“ bewertet.
3. Nach der Entwicklungsdauer der das $L_3$-Stadium erreichenden Larven. Je länger die Zeit, die die Larven bis zur Erreichung des $L_3$-Stadiums im Vergleich zu den mit Kultursortenblättern gefütterten Larven gebrauchen, desto höher die Resistenz der betreffenden Laubprobe[1]).

[1]) Daß nur vollvitales Larvenmaterial zur Durchführung solcher Prüfungen geeignet ist, dürfte wohl selbstverständlich sein; ebenso, daß ein Prüfungsbefund nur dann zur Be-

Über die mit diesem Verfahren erzielten Ergebnisse hat Sellke (18) berichtet. Es erlaubt nur, Rückschlüsse auf die Resistenz der Pflanze, soweit sie in der chemischen Beschaffenheit der Blätter begründet liegt, zu ziehen. Es erfaßt dagegen nicht morphologische und vielleicht auch physiologische Eigenschaften (Epidermisbehaarung, Sproßstellung, Regenerationsfähigkeit usw.), die eine dem Befall ausgesetzte Kartoffelpflanze zuweilen vor der Vernichtung durch den Schädling zu schützen vermögen.

Die Zuverlässigkeit dieser Fütterungsversuche zur Beurteilung der Resistenz bedurfte einer kritischen Prüfung. In erster Reihe gibt zu Bedenken Anlaß, daß die zu verfütternden Pflanzenteile 1—3 Tage in den Schalen verbleiben müssen, damit auch geringere Fraßbeschädigungen der Blätter und vor allem auch feinere Fraßunterschiede zwischen den Versuchsreihen zu erkennen sind. In der Zeit zwischen zwei Futterwechseln verändern aber die Blätter ihre Beschaffenheit. So tritt trotz der hohen Luftfeuchtigkeit in den Hygrostaten ein Welken der Blätter ein, das bei den verschiedenen Typen, auch je nach dem physiologischen Zustand des Laubes, recht verschieden ausfallen kann.

Daher war zunächst einmal zu prüfen, ob die Turgeszenz der Blätter einen merklichen Einfluß auf das Versuchsergebnis ausübt. In je 10 Schalenversuchen wurden an die Larven frisch von der Pflanze geschnittene sowie vorher im Sonnenlicht zum Welken gebrachte Blätter verabreicht. Das Laub wurde einmal einer widerstandsfähigen $F_1$ von *Demissum* × *Tuberosum*[1]), zum anderen der Kultursorte „Sickingen" entnommen. Abb. 3a veranschaulicht das Ergebnis: Zunächst stellten wir fest, daß unbeschadet dessen, ob welkes oder turgeszentes Laub verfüttert wurde, die Sterblichkeit der mit Hybridenlaub gefütterten Larven bedeutend größer war als bei den mit „Sickingen"-Laub gefütterten Versuchstieren. Besonders wichtig ist aber im Hinblick auf die vorangestellte Frage, daß die Mittelwertlinien für die Fütterungsversuche mit welken Blättern sogar weniger steil verlaufen als die, welche aus den Versuchen mit frischen Blättern gewonnen wurden. Hieraus folgt, daß die Sterblichkeit bei Verfütterung von angewelktem Laub zumindest nicht größer ist als bei Verfütterung von turgeszenten Blättern, und daß die im Schalenversuch gewonnenen Ergebnisse durchaus verläßlich sind. Auf keinen Fall wird bei Verfütterung von angewelktem Laub eine zu hohe Sterblichkeit vorgetäuscht.

Die Fraßzifferkurven (Abb. 3b) zeigen dasselbe Bild: Gleichgültig, ob turgeszentes oder angewelktes Laub verfüttert wurde, verlaufen sie in den Versuchen mit der Sorte „Sickingen" nahezu gleichartig. Die gefressene Blattmenge war also in beiden Fällen ungefähr gleich. In den Versuchen mit der $F_1$-Hybride steigt zunächst die Kurve, die die Ergebnisse mit welken Blättern wiedergibt, nach dem ersten Futterwechsel stärker als die Kontrollkurve (frisches Laub) an, verläuft dann aber parallel zu der, welche wir für die Versuche mit frischem Laub erhalten haben. Auch hier war also wieder kein wesentlicher Unterschied in der Reaktion der Larven auf angewelktes oder frisches Laub festzustellen.

Schließlich war noch die Frage zu prüfen, ob mit einer hohen Sterblichkeit stets auch eine relativ geringe Freßlust der Larven einhergeht und ob die Beziehungen gegebenenfalls so eng sind, daß man die Sterblichkeit

---

urteilung eines Zuchtstammes herangezogen werden kann, wenn durch einen gleichzeitig mit Laub von Kultursorten angesetzten Testversuch die normale Vitalität der Larven festgestellt war.

[1]) In der Regel wurde alle 2 Tage, selten in dreitägigen Abständen das Futter gewechselt.

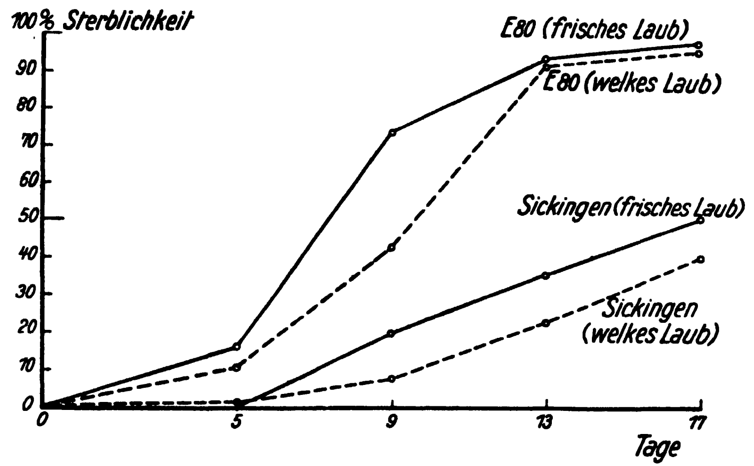



Abb. 3a. Die Larvensterblichkeit in Fütterungsversuchen mit frischem und welkem Laub

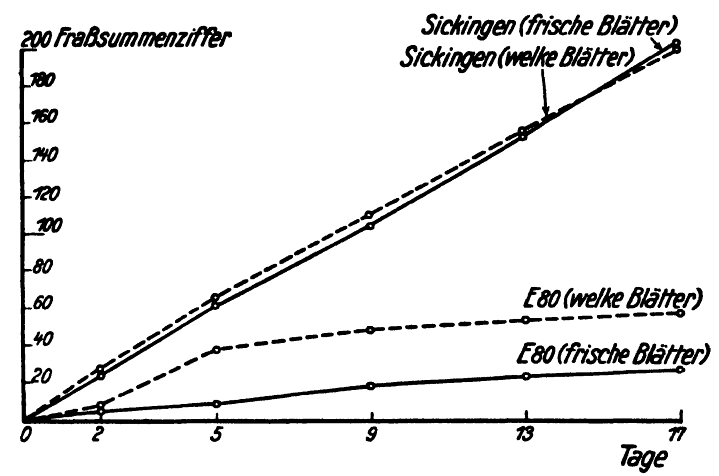



Abb. 3b. Die Zunahme der Fraßziffern bei Verfütterung von frischem und welkem Laub im Laufe eines Versuchs. Prüfungsobjekte: Kultursorte Sickingen und $F_1$-Hybride von *Solanum demissum* × *S. tuberosum*

Tabelle 1

Korrelation Larvensterblichkeit im Schalenversuch — Fraßkennziffer

$r = -0{,}856 \pm 0{,}016$

| Fraßkennziffer | Sterblichkeit in Prozenten | | | | | | | | | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 | 85 | 95 | |
| 2,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | 10 | 10 |
| 5,5 | — | — | — | — | — | — | 1 | 4 | 22 | 27 |
| 8,5 | — | — | — | — | — | 2 | 7 | 22 | 8 | 39 |
| 11,5 | — | — | — | — | 4 | 6 | 17 | 15 | 5 | 47 |
| 14,5 | — | — | - | 1 | 2 | 10 | 15 | 4 | — | 32 |
| 17,5 | 2 | 2 | 7 | 3 | 9 | 6 | 2 | — | — | 31 |
| 20,5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 7 | 1 | 3 | 1 | — | 27 |
| 23,5 | 4 | 7 | 2 | 3 | 2 | — | — | — | — | 18 |
| 26,5 | 1 | 7 | 5 | 1 | — | — | — | — | — | 14 |
| 29,5 | 3 | 2 | — | 1 | — | — | — | — | — | 6 |
| 32,5 | 1 | 2 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | 5 |
| n | 15 | 24 | 19 | 13 | 24 | 25 | 45 | 46 | 41 | 256 |

der Larven als „indirekten Maßstab“ für den Schädigungsgrad der Nährpflanze benützen kann. Tabelle 1 veranschaulicht die Korrelation „Sterblichkeit der Larven : Fraßkennziffer[1]) der Blätter“. Wie zu erwarten stand, ist einer hohen Sterblichkeit der Larven ein geringer Schädigungsgrad der Blätter zugeordnet Die Korrelation ist auch so eng, daß man ohne Bedenken die Sterblichkeitsziffer als ausschließlichen Maßstab für die Bewertung der Zuchtstämme bezüglich der Käferfestigkeit einführen und auf die Berechnung der umständlicher zu ermittelnden Fraßkennziffer verzichten könnte. Der Korrelationskoeffizient beträgt nämlich

$$r = -0{,}856 \pm 0{,}016.$$

### 3. Versuche an Topfpflanzen

Gegen das Hygrostatenverfahren könnte man nun noch folgende Bedenken geltend machen: es wäre denkbar, daß die von der Pflanze losgelösten Blätter infolge der ungenügenden Wasserzufuhr, des mangelnden Lichtgenusses usw. irgendwelche stofflichen Veränderungen erleiden, die nicht ohne Einfluß auf die Entwicklung der mit ihnen gefütterten Larven sind. Daher wurden auch Fütterungsversuche mit Topfpflanzen durchgeführt, die aus Knollen angezogen worden waren. Die erhaltenen Ergebnisse wurden mit den Befunden verglichen, welche wir bei Hygrostatenversuchen erhielten, die mit den gleichen Hybridenformen und mit gleichaltrigem Larvenmaterial gleicher Herkunft angestellt wurden.

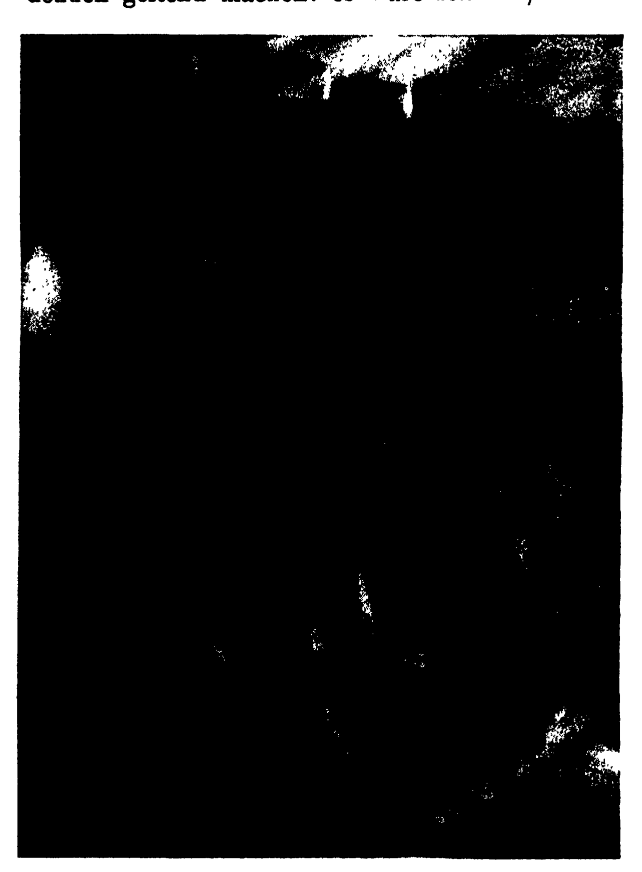


Abb. 4. Larvenaufzucht in Topf- und Schalenversuchen unter möglichst gleichen Bedingungen im Gewächshause

Die Fütterungsversuche an Topfpflanzen haben nun leider gegenüber den Hygrostatenversuchen den großen Nachteil, daß eine genaue Kontrolle und Auszählung der Versuchstiere nicht

[1]) Die im Versuch gefressene Laubmenge wurde nach einem Bewertungsschema von 0—5 angegeben. Aus der erhaltenen Fraßziffernsumme wurde der auf ein Versuchstier und eine Futterwechselperiode berechnete Wert

$$K = \frac{s}{n \cdot p} \cdot 100$$

ermittelt. Diese Zahl wurde als Fraßkennziffer bezeichnet. Es bedeuten: s = Fraßziffernsumme, n = Anzahl der Larven im Versuch, p = Anzahl der Futterwechsel.

mehr möglich ist. Obwohl die Topfstauden mit einem über Holzbügel gespannten feinmaschigen Gazestoff überdeckt waren (Abb. 4), der bei seiner Licht- und Luftdurchlässigkeit den Pflanzen immer noch recht gedeihlich Entwicklungsbedingungen bot und ihre Pflege und Kontrolle nicht sonderlich behinderte, war es nur selten möglich, alle bei der ersten Auszählung festgestellten Larven bei den späteren Kontrollen wiederzufinden. Die vermißten Tiere waren entweder gestorben und verwest oder konnten auch entlaufen sein. Besonders groß waren die Differenzen bei den $F_1$-Hybriden, auf denen sich die Tiere nur kümmerlich entwickelten und eine große Sterblichkeit aufwiesen. Um das Auffinden der abgestorbenen Larven zu erleichtern, wurde deshalb die oberste Erdschicht mit Kieselsand überstreut. Aber auch hiermit war nicht zu erreichen, daß alle Tiere wiederzufinden waren. Trotz dieser Unzulänglichkeiten, mit denen man bei den Hygrostatenversuchen nicht zu rechnen hat, stimmt, wie die Kurvenabb. 5 zeigen, das Verhalten der Tiere auf den abgelösten Blättern mit dem auf den intakten Pflanzen festgestellten weitgehend überein. Wir können also das im Hygrostatenversuch gewonnene Ergebnis mit gutem Recht zur Beurteilung des Resistenzgrades eines Zuchtstammes heranziehen. Es liefert sogar den sichersten Maßstab zur Erfassung der wahren Käferresistenz, wie das nächste Kapitel lehren wird.

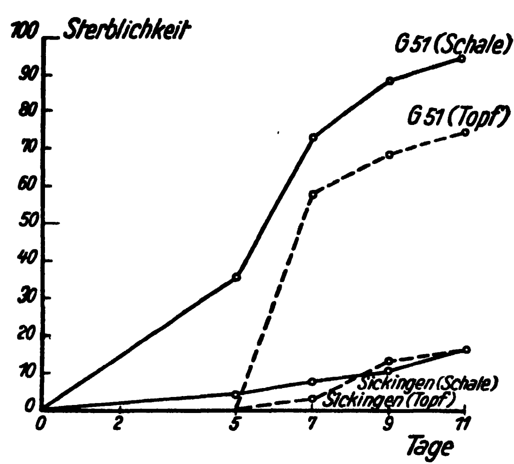



Abb. 5. Sterblichkeit von jungen Larven ($L_1$) bei Prüfung eines Demissumstammes (G 51) und der Kultursorte „Sickingen" im Hygrostaten- und Topfversuch. Versuchsdauer 11 Tage

#### 4. Die Beziehungen zwischen dem Feldbefall und den Ergebnissen der Laboratoriums- und Gewächshausversuche

In den Berichten über die in Frankreich durchgeführten Selektionsarbeiten hat Sellke (18) darauf aufmerksam gemacht, daß zwischen den Ergebnissen der Laborversuche (Hygrostaten- und Topfpflanzenversuche) und den Befunden auf dem Felde keine vollkommene Übereinstimmung besteht und auch nicht zu verlangen ist. Es kann eine im Zwangsfütterungsversuch anfällige Hybride im Freiland verschont bleiben, weil sie „zufälligerweise" nicht von dem Schädling mit Eiern belegt wurde[1]). Andererseits gibt es aber auch Pflanzen, die umgekehrt im Zwangsfütterungsversuch relativ günstig bewertet und doch auf dem Versuchsfelde vernichtet werden. Das beruht darauf, daß es keine Resistenz schlechthin gibt. Geringe Anbisse kommen sogar bei Pflanzen zustande, die überhaupt nicht zum Nährpflanzenkreis des Käfers gehören (*Vicia*, *Chenopodium*). Wird eine Staude zufälligerweise bei der Eiablage stärker bevorzugt, so kann es daher vorkommen, daß schließlich auch eine Pflanze von mittlerem Resistenzgrad vernichtet wird.

Wie groß bei den an sich „anfälligen" Kultursorten die Befalls- und Schädigungsunterschiede im freien Felde sein können, mögen einige Auf-

---

[1]) Über den Einfluß des Standortes, des Habitus und Entwicklungsrhythmus, siehe später weitere Ausführungen in Kapitel IV.

zeichnungen aus dem Jahre 1939 lehren, wo der Schädling auf den Versuchsfeldern des Feldlaboratoriums Ahun nur mittelstark vertreten war:

Bewertungsdatum: 25. 7. 39

Fraßschaden der Einzelstauden

In diesem Falle ist der Fraßschaden jeder Staude nach einem Bezifferungsschema von 0—5 geschätzt. 5 bedeutet die völlige Vernichtung der Pflanze. Durch Addition der Fraßziffern für alle Pflanzen der aus 50 Stauden bestehenden Parzellen ergibt sich eine Fraßziffernsumme, deren Größe von der Beschädigung der Parzelle einen Eindruck vermittelt. Diese „Fraßziffernsumme" hat mit der aus den Schalenversuchsergebnissen errechneten „Fraßkennziffer" nichts zu tun.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Regina: | 2 | 1.5 | 1 | 1,5 | 1 | |
| | 0,5 | 2,5 | 2,5 | 0,5 | 0,5 | |
| | 1 | 2,5 | 2 | 2 | 2 | |
| | 3 | 2,5 | 3 | 2 | 1,5 | |
| | 1,5 | 3 | 0,5 | 1 | 1 | |
| | 3 | 2,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | |
| | 1 | 2.5 | 2 | 1 | 0,5 | |
| | 0,5 | 2.5 | 1 | 1 | 1,5 | |
| | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | |
| | 0,5 | 1 | 3 | 3 | 1,5 | Fraßziffernsumme 79.5 |
| Sickingen: | 1,5 | 0,5 | 0,5 | 2,5 | 0,5 | |
| | 1 | 0.5 | 1 | 0,5 | 1 | |
| | 2 | 0,5 | 1,5 | 0,5 | 0.5 | |
| | 2 | 2,5 | 0,5 | 2 | 0.5 | |
| | 2 | 2 | 2 | 1 | 2.5 | |
| | 2.5 | 1,5 | 1 | 2 | 1 | |
| | 2 | 1,5 | 0,5 | 0,5 | 0.5 | |
| | 0,5 | 1 | 1 | 2.5 | 2 | |
| | 2 | 1 | 1 | 0.5 | 2 | |
| | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 1 | Fraßziffernsumme 63,0 |
| Voran: | 1 | 0.5 | 0,5 | 1 | 0.5 | |
| | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | |
| | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | |
| | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| | 0 | 0 | 1,5 | 2 | 0 | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 0,5 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | |
| | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | Fraßziffernsumme 17,5 |
| Roland: | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | |
| | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | |
| | 0,5 | 0,5 | 1 | 3 | 3 | |
| | 1,5 | 1 | 1 | 2 | 1 | |
| | 0,5 | 1 | 2.5 | 1 | 0 | |
| | 1.5 | 3 | 1,5 | 1 | 0,5 | |
| | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | |
| | 2 | 0,5 | 0 | 1 | 0,5 | |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 0,5 | 1 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | Fraßziffernsumme 58,5 |
| Uno: | 2 | 2.5 | 2 | 2,5 | 2,5 | |
| | 1,5 | 1,5 | 2 | 2 | 2 | |
| | 1,5 | 3.5 | — | 1,5 | 2,5 | |
| | 1,5 | 2 | 2,5 | 1,5 | 2 | |
| | 2 | 3 | 4 | 2 | 1,5 | |
| | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | |
| | 2 | 3 | 2,5 | 4,5 | 2.5 | |
| | 2 | 2.5 | 2 | 2 | 2.5 | |
| | 2,5 | 2 | 3,5 | 2 | 2,5 | |
| | 2 | 3,5 | 1,5 | 2 | 2 | Fraßziffernsumme 114,5 |

Aus den mitgeteilten Zahlen geht deutlich hervor, daß ganz beträchtliche Schwankungen im Feldbefall eintreten können, obwohl das Laub, was seine Fraßeignung für den Kartoffelkäfer anbelangt, im Schalenversuch keine Unterschiede erkennen läßt. Welche Faktoren hierbei mitgespielt haben, läßt sich nicht im einzelnen entscheiden [1]. Darüber hinaus lehren aber auch diese Aufzeichnungen, daß ein einmaliger Feldversuch, so sorgfältig er auch angestellt sein mag, keine Aufschlüsse über die Kartoffelkäferfestigkeit liefern kann. Andere Pflanz- bzw. Wachstumsbedingungen, denen die Pflanzen während ihrer Jugendentwicklung ausgesetzt sind, liefern unter Umständen ganz andere Voraussetzungen und können zu Ergebnissen führen, die den mitgeteilten gerade entgegengesetzt sind [2].

Haben diese Gesichtspunkte für die Beurteilung von Kultursorten zu gelten, so sind sie auch für die Bewertung der Befunde zu beachten, die wir bei den Demissum-Tuberosum-Hybriden erhielten. Daher mußten wir von vornherein mit der Möglichkeit rechnen, daß Hybriden vorkommen, die im Schalenversuch schlecht abschneiden (geringe Larvensterblichkeit, hohe Fraßkennziffer), im Freiland dagegen kaum vom Käfer mitgenommen werden. Andererseits konnten wir damit rechnen, daß auch im Schalenversuch relativ widerstandsfähig befundene Formen im Freiland noch einen empfindlichen Schaden davontragen. Aber: sollten nicht alle Hoffnungen, die man sich von diesen züchterischen Arbeiten machte, trügerisch sein, so mußte sich trotz aller Unzulänglichkeiten beim Vergleich der Versuchs- und Beobachtungsergebnisse aus dem Freiland mit den im Laboratorium erhaltenen Befunden eine Beziehung in dem Sinne ergeben, daß der Schadfraß im Freiland durchschnittlich um so geringer ist, je günstiger die betreffende Form auf Grund der Befunde im Schalenversuch beurteilt worden ist.

Die im folgenden mitgeteilten Ergebnisse stammen aus dem Jahre 1939; sie weichen nur unwesentlich von denen ab, die wir im Vorjahre ermittelt hatten.

Das Saatgut konnte 1939 erst Mitte Mai ausgepflanzt werden. Die Pflanzen liefen daher spät auf und entgingen der ersten Eiablagewelle der Käfer Anfang Juni. Auf dem Hybridensortiment entwickelte sich demgemäß auch nur ein mittlerer, stellenweise sogar geringer Befall. Daher wurde versucht, durch künstliches Aufsetzen von frischgeschlüpften Larven den Befall zu erhöhen. Obwohl große Larvenmengen ausgesetzt wurden, gelang nur auf kleinen Flächen eine wesentliche Steigerung der Verseuchung. Auf dem größten Teil des Feldes starben die kleinen, noch auf den Eigelegen sitzenden Larven infolge schlechten, kalten und fortgesetzt regnerischen Wetters in der zweiten Junihälfte ab.

In den nicht heizbaren, nur gegen Regennässe geschützten Räumen des Feldlaboratoriums in Ahun und des Gewächshauses unterlagen auch die gleichzeitig durchgeführten Laboratoriumsversuche den stark schwankenden Freilandtemperaturen und -feuchtigkeiten, so daß zeitweise recht große Verschiedenheiten in der Entwicklungsdauer der Larvenzuchten mit gleichen Futterpflanzen auftraten. Diese Beeinträchtigung der Versuchsgenauigkeit mußte aber unter den gegebenen Umständen in Kauf genommen werden.

Trotzdem ergibt sich als Korrelationskoeffizient zwischen der auf jeder Hybridenparzelle notierten größten Fraßbeschädigung bei der letzten Frei-

[1] Schaper (10) führt die Differenzen im Verhalten der Kultursorten in erster Linie auf sorteneigentümliche „morphologische Eigenschaften wie Wuchsform, Blattstellung, Behaarung usw." zurück, er teilt aber nicht mit, worauf er diese Auffassung stützt.

[2] Vgl. hierzu Schaper (10), Tabellen auf S. 248/49.

landbeobachtung (4. 8. 1939), zu Beginn des Auftretens der Sommergeneration der Käfer, und der Fraßkennziffer im Schalenversuch ein fehlerkritisch gesicherter Wert. Der Korrelationskoeffizient der Bezugsgrößen: „Maximaler Feldbefraß auf jeder Parzelle“ — „Fraßkennziffer im Schalenversuch“ errechnet sich nach der mitgeteilten Tabelle 2 und beträgt bei Berücksichtigung sämtlicher Klone des Sortiments:

$$+ 0{,}540 \pm 0{,}048.$$

Tabelle 2

Korrelation: maximaler Feldbefraß — Fraßkennziffer im Schalenversuch

$r = + 0{,}540 \pm 0{,}048$

| Fraßkennziffer im Schalenversuch | Maximaler Feldbefraß | | | | | | | | | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,75 | 1,25 | 1,75 | 2,25 | 2,75 | 3,25 | 3,75 | 4,25 | 4,75 | |
| 2,5 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | — | — | — | 8 |
| 5,5 | 4 | 3 | 7 | 3 | — | 1 | — | — | — | 18 |
| 8,5 | 4 | 9 | 6 | 7 | 2 | 1 | — | — | — | 29 |
| 11,5 | 15 | 4 | 13 | 9 | 2 | 1 | — | — | — | 44 |
| 14,5 | 10 | 4 | 4 | 5 | 4 | — | 1 | — | — | 28 |
| 17,5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 7 | 2 | 2 | 1 | — | 24 |
| 20,5 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 5 | 4 | — | — | 21 |
| 23,5 | 1 | 1 | — | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 17 |
| 26,5 | — | 2 | 1 | 5 | 4 | — | 2 | 2 | — | 16 |
| 29,5 | — | — | 1 | — | 2 | — | 2 | 1 | — | 6 |
| 32,5 | — | — | — | — | — | — | 4 | 1 | — | 5 |
| n | 41 | 29 | 37 | 39 | 30 | 13 | 19 | 7 | 1 | 216 |

Wie die Korrelationstabelle lehrt, waren Zuchtstämme vertreten, bei denen der Freilandbefraß relativ gering war, während sie im Zwangsfütterungsversuch keinerlei Resistenz zeigten. Bemerkenswerterweise tritt der umgekehrte Fall nicht auf.

Läßt man diejenigen Parzellen aus der Tabelle fort, deren am stärksten beschädigte Staude noch mit einer Ziffer $< 1$ bonitiert wurde (19% der Gesamtzahl), so ergibt sich als Korrelationskoeffizient:

$$+ 0{,}529 \pm 0{,}055.$$

Untersucht man die Beziehung, in der die festgestellten **Sterblichkeitsziffern** im Schalenversuch zu den Freilandbewertungsziffern stehen, so erhält man aus Tabelle 3 folgenden Korrelationskoeffizienten:

$$- 0{,}614 \pm 0{,}028.$$

Tabelle 3

Korrelation: Sterblichkeit im Schalenversuch — maximaler Feldbefraß

$r = - 0{,}614 \pm 0{,}028$

| Maximaler Feldbefraß | Sterblichkeit in Prozenten | | | | | | | | | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 | 85 | 95 | |
| 0,75 | — | — | — | 1 | 4 | 7 | 13 | 9 | 8 | 42 |
| 1,25 | — | 1 | 4 | — | 1 | 4 | 4 | 7 | 10 | 31 |
| 1,75 | 1 | 1 | 2 | — | 3 | 3 | 9 | 7 | 10 | 36 |
| 2,25 | — | 3 | 4 | 1 | 4 | 5 | 7 | 9 | 7 | 40 |
| 2,75 | 2 | 8 | 4 | 3 | 6 | 3 | 3 | 2 | 3 | 34 |
| 3,25 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | — | 3 | 1 | 14 |
| 3,75 | 2 | 7 | 3 | 6 | 1 | 2 | — | 1 | — | 22 |
| 4,25 | 5 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | 7 |
| 4,75 | - | 1 | — | — | 1 | — | — | — | — | 2 |
| n | 10 | 28 | 19 | 12 | 21 | 25 | 36 | 38 | 39 | 228 |

Das besagt also, daß eine Hybride, auf der im Laborversuch die Larvensterblichkeit relativ hoch ist, auch im Freiland im allgemeinen wenig befressen wird. Da andererseits die Tatsache, daß eine Sorte im Feldanbau verschont bleibt, noch nichts Sicheres über die Eignung bzw. Nichteignung ihres Laubes als Käfernahrung aussagt, ist das Ergebnis des Laborversuches nach unserer heutigen Kenntnis das beste Mittel zur Erfassung des züchterischen Wertes einer Sorte im Hinblick auf ihre Käferfestigkeit.

Die angegebenen Korrelationskoeffizienten gelten für die letzte Freilandbeobachtung. Diese erfolgte, als bereits die Larven im Begriff waren, zur Verpuppung in den Boden abzuwandern und schon die ersten Vollkerfe erschienen waren. Für das in früheren Beobachtungen gesammelte Zahlenmaterial gelten diese hohen Koeffizienten nicht. So wird z. B. für die 3. Beobachtsungserie (15. 7., 20 Tage vorher) die Korrelation durch einen Koeffizienten von nur

$$+0{,}301 \pm 0{,}060$$

vertreten, wenn man das gesamte Sortiment in die Rechnung einbezieht. Der sich in der Zeit zwischen der 3. und 5. Bonitierung noch auswirkende Larvenfraß verschärft also die Unterschiede zwischen den im Freiland anfälligen und widerstandsfähigen Hybriden mit dem Ergebnis, daß der Korrelationskoeffizient ansteigt.

Die im Jahre 1940 an der neugegründeten Kartoffelkäferforschungsstation Kruft erzielten Versuchsergebnisse seien hier nur kurz erwähnt: Die durchschnittlich höheren Versuchstemperaturen in den geschlossenen Laboratoriumsräumen in Kruft wirkten sich auf die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larvenzuchten und damit indirekt auf die Beurteilung der Kartoffelzuchtstämme aus. Die Larven entwickelten sich schneller und fraßen ausgiebiger als im Feldlaboratorium Ahun. Das zu Fütterungsversuchen verwendete Laub wies infolgedessen nach dem beschriebenen Bewertungsmaßstab eine geringere Resistenz auf. Die Unterschiede in den Ergebnissen der Larvenzuchtversuche lagen außerhalb der Fehlergrenzen. Damit ist erwiesen, daß die Käferfestigkeit, soweit sie in der chemischen Beschaffenheit der Blätter begründet ist, von der Temperatur abhängig ist.

### b) Die Resistenz verschiedener Solanumspezies unter besonderer Berücksichtigung des *Solanum demissum* Lindley

Die ersten vergleichenden Fütterungsversuche mit Larven führte Trouvelot mit einigen Mitarbeitern durch, um festzustellen, ob sich der Kartoffelkäfer ausschließlich an *Solanaceen* zu entwickeln vermag. Er besetzte Freilandpflanzen verschiedener Arten aus der Gattung *Solanum* mit Larven und verfolgte ihr Verhalten und ihre Entwicklung.

Trouvelot, Lacotte, Dussy und Thénard fanden im Jahre 1933 (19), daß die Versuchstiere auf folgenden Spezies relativ schnell wachsen:

S. *marginatum*
S. *stramonifolium*
S. *cornutum*
S. *dulcamara*
S. *gilo*
S. *andigenum*
S *edinense*
und S. *rostratum*,

der ursprünglichen Nährpflanze des Schädlings in seiner nordamerikanischen Heimat.

Weniger günstig als Nährpflanzen wurden befunden;

*S. tuberosum* L. (Kulturkartoffel), *S. laciniatum* und *S. etuberosum*

Langsamer als auf diesen Arten entwickelten sich die Larven bei Fütterung mit

*S. pyracanthum*,
*S. balbesii*,
*S. heterodoxum*.

Erhöhte Larvensterblichkeit stellten die Verfasser fest bei

*S. ciliatum*,
*S. caldasii*.

*Solanum mammosum* und *S. demissum* var. *Klotzschii* erwiesen sich als ungeeignete Nährpflanzen für den Schädling. Auf ihnen gelangten die Larven nicht zur Vollendung ihrer Entwicklung. Auch bei folgenden Arten gingen die Versuchstiere schon bald nach dem Aufsetzen auf die Pflanzen zugrunde:

*S. hendersonii*, *S. bonariense*,
*S. capsicastrum*, *S. cervantesii*,
*S. memphiticum*, *S. robustum*,
*S. nodiflorum*, *S. guineense*,
*S. roberti-eliae*, *S. auriculatum*,
*S. commersonii*, *S. aviculare*.

Eine Entwicklung der Larven unterblieb auf

*S. insulae-paschalis*,
*S. radicans*,
*S. nigrum*,

obwohl an den Blättern geringe Anbisse festzustellen waren. Die Arten

*S. aculeatissimum*,
*S. rantonetti*

wurden überhaupt nicht angerührt.

Auch innerhalb anderer Gattungen ergaben sich Unterschiede. *Datura ferox* wurde z. B. stark befressen, dagegen wurden *D. sanguinea* und *D. metaloidea* in geringerem Maße und *D. double d'Egypte* überhaupt nicht angenagt.

Von der Gattung *Nicotiana* sollen einige Arten (*N. affinis*, *N. sanderae*, *N. polydiclia quadrivalvis*, N. *sanderae petunoides*) den Larven eine vollständige Entwicklung ermöglichen. Dagegen wies *N. rustica saufi* nur kleine Anbisse auf, und die Arten

*N. tabacum* var. *Paraguay*,
*N. sylvestris*,
*N. glauca*,
*N. paniculata*

wurden überhaupt verschmäht.

Schon aus der ersten Mitteilung Trouvelots geht hervor, daß innerhalb der Gattung *Solanum* alle Anfälligkeits- bzw. Resistenzgrade vorkommen. Zur Klassifizierung der Resistenz benutzten Trouvelot und seine Mitarbeiter jedoch lediglich das auf den Freilandpflanzen beobachtete Verhalten der Larven. Zahlenangaben wurden nicht mitgeteilt.

In einer anderen Veröffentlichung (20) berichten Trouvelot, Lacotte, Dussy und Théhard von Fütterungsversuchen mit extrem anfälligen bzw. widerstandsfähigen Typen, deren fraßabschreckende bzw. anlockende Eigenschaften sie in Petrischalen prüften. Sie unterschieden zwischen Eigenschaften morphologischer Art (Behaarung, z. B. bei *S. mammosum* oder gewissen Sorten des *S. lycopersicum*), aus denen sich die Resistenz erklären

ließe, und solchen, die auf die Geschmacks- und Tastorgane wirken und die Larven vom Fraß abhalten, und endlich Besonderheiten in der chemischen Zusammensetzung des Laubes, aus denen sich die entwicklungshemmende Wirkung des Laubes nach der Nahrungsaufnahme erklären ließe (*S. hendersonii*, *S. apsicastrum*).

Um diese Zeit (1933) beschäftigte man sich auch mit der Frage, ob Petunien als giftige Fangpflanzen für den Kartoffelkäfer zu gebrauchen seien (9, 21), da beobachtet worden war, daß hungrige Larven Petunienblätter annagen und daran zugrunde gehen. Es stellte sich jedoch heraus, daß Petunienlaub verschmäht wird, wenn gleichzeitig Kartoffellaub als Nahrung geboten wird.

Um die Kenntnis über die physiologische Einwirkung des Laubes von wilden Solanumarten auf Kartoffelkäferlarven und -vollinsekten zu vertiefen, wurden im Laboratorium von Trouvelot noch andere, im folgenden kurz erwähnte Versuche gemacht.

Füttert man Kartoffelkäferlarven des vierten Stadiums ($L_4$) mit Blättern von *Solanum demissum*, so soll sich der Herzschlagrhythmus verlangsamen. Hungernde oder unterernährte Larven, die mit Kulturkartoffellaub angezogen wurden, sollen diese Störung nicht zeigen. Offenbar enthält das Laub von *Solanum demissum* — so schließen Trouvelot und Busnel (27) — giftige Substanzen, die Leben und Entwicklung der Larven beeinträchtigen.

Trouvelot und Grison (24) fanden, daß die Käferweibchen auf solchen Pflanzen, die gegen Larven widerstandsfähig sind, auch weniger Eier ablegen als auf Kulturkartoffeln. Im Juli 1935 stellten sie nach 50tägiger Beobachtung für je 2 Pärchen folgende Eizahlen auf je 5 Pflanzen folgender Spezies unter Freilandkäfigen fest:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *S. edinense* . . . . . | 35 | Eigelege zu je | 35 | Eiern im Mittel |
| *S. tuberosum* . . . . | 20 | „ „ „ | 25 | „ „ „ |
| *S. demissum utile* . . . | 13 | „ „ „ | 12 | „ „ „ |
| *S. caldasii* . . . . . | 9 | „ „ „ | 15 | „ „ „ |
| *S jamesii* . . . . . | 8 | „ „ „ | 8 | „ „ „ |
| *S. commersonii* . . . | 0 | „ „ „ | 0 | „ „ „ |

Die erwähnten Versuche von Trouvelot und Mitarbeitern sind in kurzen Mitteilungen der französischen Akademie der Wissenschaften niedergelegt. Lediglich die Frage der chemischen Natur der Anlockungsstoffe in Kartoffelblättern (s. S. 190) fand eine ausführlichere Behandlung mit Erläuterung von Versuchsprotokollen.

1935 gab Trouvelot zusammen mit Mitarbeitern (23) eine Akademiemitteilung über Studien an einigen besonders anfälligen bzw. besonders fraßresistenten Wildpflanzen bekannt. Behandelt wurde das sehr anfällige *S. edinense* Berthault und die mehr oder minder resistenten Arten

*S. caldasii* Humb.,
*S. commersonii* Dun.,
*S. demissum* Lindl.,
*S. jamesii* Torr.

Zum Vergleich diente die Kultursorte Favoriet.

Während bei Ernährung mit *Edinense*-Laus die Entwicklung der Kartoffelkäferlarven gegenüber mit „Favoriet" ernährten Tieren noch beschleunigt wurde, vermochten auf den genannten resistenten Spezies, besonders auf *S. commersonii*, *S. demissum* und *S. jamesii* die Larven ihren Entwicklungszyklus nicht zu vollenden. Sie starben vorher. Bei dieser Gelegenheit wird zum erstenmal darauf hingewiesen, daß sich in der Gattung *Solanum* Knollenbildung und Fraßwiderstandsfähigkeit nicht ausschließen. Zum ersten Male wird auch von der Möglichkeit gesprochen, mit Hilfe von Speziesbastarden, z. B. *S. demissum* × *S. tuberosum* zu käferfesten Kultursorten zu gelangen. In dieser Mitteilung ist auch bereits von 7 Hybridenstämmen (darunter *Tuberosum* × *Demissum*, *Tuberosum* × *Commersonii*) die Rede, die eine höhere Resistenz als die Kulturkartoffel aufgewiesen haben.

1936 kamen zu dem von Trouvelot bearbeiteten Material noch Wildarten und Hybridenstämme aus dem Sortiment der Biologischen Reichsanstalt Berlin-Dahlem hinzu. Sie wurden von Müller-Böhme geprüft. Im Jahre darauf trat noch das Kaiser-Wilhelm-Institut Müncheberg der Arbeitsgemeinschaft bei.

Wilde Solanumarten wurden von Müller-Böhme (15), Schaper (13) im Sommer 1937 im Kartoffelkäfer-Feldlaboratorium Ahun (Frankreich) im Labor- und Freilandversuch auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Kartoffelkäferlarven untersucht. Auf Grund von Fütterungsversuchen in Petrischalen gelangte Müller-Böhme zu folgender Einteilung:

„I. Gruppe: Die Versuchstiere kommen nicht zur Verpuppung und sterben meist sogar vor Erreichnung des verpuppungsfähigen Alters ($L_4$ = 4. Larvenstadium) ab.

*S. demissum*,
*S. polyadenium*,
*S. jamesii*,
*S. chacoense*."

Von *S. demissum* wurden 28 Stämme untersucht, davon bewirkten 6 einen sehr frühzeitigen Tod der jungen Larven, auf 17 Stämmen „entwickelten sich die Larven nicht über das zweite Stadium hinaus. Auf 2 Stämmen wurde das 3. Larvenstadium und auf 3 Stämmen das 4. Larvenstadium erreicht". Larven, die Laub von *S. polyadenium* oder von *S. jamesii* zu fressen gezwungen waren, starben vor der ersten Larvenhäutung ab. Auf einem geprüften Stamm von *S. chacoense* gingen die Larven im zweiten Stadium zugrunde.

„II. Gruppe: Die Versuchstiere erreichen meist das 4. Larvenstadium, sterben aber in der Regel vor oder während der Verpuppung. Nur vereinzelt kommt es zur Entwicklung des Vollinsekts.

*S. commersonii*,
*S. verrucosum*,
*S. acaule*."

„III. Gruppe: Die Larven entwickeln sich ohne wesentliche Ausfälle bis zum Vollinsekt auf den Spezies:

*S. ajuscoense*,
*S. antipoviczii*,
*S. spec. aracc papa*,
*S. vallis mexici*,
*S. neoantipoviczii*,
*S. candelarium*,
*S. reddickii*."

Schaper prüfte zur selben Zeit außer den genannten Arten noch mittels Freilandbeobachtungen, Stecklings- und Schalenversuchen

*S. henryi*,
*S. verrucosum*.

Ergänzend untersuchte Schaper die oben genannten Arten an Hand von Stecklingen, die er Freilandpflanzen entnahm. Als Ergebnis gibt er z. B. an:

| | Zahl der Stecklinge | $L_2$ bei Versuchsbeginn | Nach Versuchsende |
|---|---|---|---|
| *S. polyadenium* . . . . . . . . | 2 | 20 | — |
| *S. demissum* . . . . . . . . | 64 | 960 | 29 $L_{2-4}$ |
| *S. commersonii* . . . . . . . . | 2 | 30 | 3 $L_4$ |
| *S. chacoense Siambon* . . . . . | 4 | 60 | 4 $L_4$ |
| *S. verrucosum* . . . . . . . . | 8 | 120 | 57 $L_{4-4}$ |

Auffallend resistent fand Schaper die Form *S. chacoense Siambon*, die gegenüber der Varietät *S. chacoense Paraguay* und den sich systematisch nahestehenden Arten *S. spec. La Pampa*, *S. garciae* und *S. cordobense* deutlich auffiel. Innerhalb der Spezies *S. chacoense* scheinen also Resistenzunterschiede zu bestehen.

Freilandbeobachtungen, die Schaper mitteilt, bestätigten im wesentlichen die in den Zwangsfütterungsversuchen gewonnenen Eindrücke. „Auffallend gut überstanden den freien Befall: *S. demissum* (bis auf die Herkunft *S. demissum Reddick v. Pringle*), *S. polyadenium*, *S. jamesii*, *S. henryi* und *S. commersonii*. Schwer geschädigt wurden *S. acaule*, *S. verrucosum*. . ." Auch die Form *Siambon* von *S. chacoense* entsprach bezüglich des Freilandbefalls in dem Verhalten gegenüber dem Schädling den Befunden im Zwangsfütterungsversuch.

Die Laubfütterungsversuche, die Sellke 1938 bzw. 1939 (15) im Feldlaboratorium Ahun durchführte, erstreckten sich auf 26 Stämme von *S. demissum*, ferner auf die Arten

*S. chacoense Siambon*,
*S. polyadenium*,
*S. commersonii*,
*S. spec. La Pampa*,
*S. caldasii*,
*S. cordobense*,
*S. garciae*.

Nach Ablauf von 28 Tagen waren in allen mit $L_1$ (Larven ersten Stadiums) angesetzten Versuchen die Tiere abgestorben. Überlebende blieben nur in folgenden Versuchen übrig:

| | |
|---|---|
| *S. chacoense Siambon* . . . . . | 2 % |
| *S. caldasii* . . . . . . . . . . | 7 „ |
| *S. commersonii* . . . . . . . . | 10 „ |
| *S. spec. La Pampa* . . . . . . | 35 „ |

Stets ergab sich, daß *S. demissum* und *S. polyadenium* in der Resistenz die übrigen Arten übertrafen.

Besondere Beachtung wurde dem Verhalten von *S. demissum* geschenkt, zumal diese Spezies eines der Eltern der weitaus meisten Hybriden war, die wir auf ihre Käferfestigkeit untersuchten. Insbesondere interessierte die Frage, ob alle vorhandenen Demissumstämme die gleiche Resistenz gegenüber den Larven besitzen. Wie sich herausstellte, sind die meisten Demissumstämme hochgradig resistent; die als $L_1$ oder $L_2$ angesetzten Versuchstiere starben nach acht

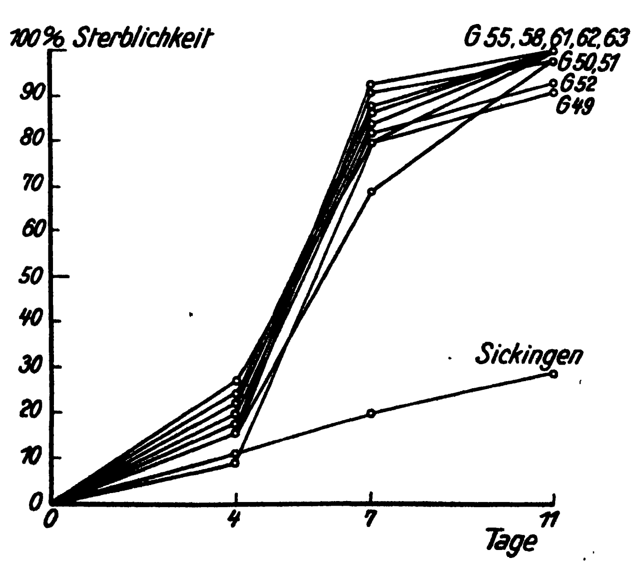



Abb. 6. Sterblichkeit auf verschiedenen Demissumvarietäten. Angesetzt wurden Larven des zweiten Stadiums ($L_2$)

Tagen bei außerordentlich geringem Fraß ab. Abb. 6 zeigt, wie gleichartig sich die Zwangsernährung der Larven mit dem Laube verschiedener Demissumstämme auf die Sterblichkeit der Versuchstiere auswirkt. Die Sterblichkeitskurven verlaufen eng geschart. Die Larvensterblichkeit im Kontrollversuch mit Kulturkartoffellaub (Sickingen) ist in diesem Falle relativ hoch gewesen (20% in 7 Tagen). Teils war in diesen Versuchen mit Kulturkartoffellaub der Kannibalismus ziemlich hoch, vielleicht waren aber auch die gerade damals verwendeten Versuchstiere von mangelhafter Beschaffenheit. Im übrigen gehen Schwäche oder Ungleichmäßigkeit des Larvenmaterials und Artgenossenfraß in der Zucht häufig Hand in Hand.

In den Fällen, in denen der Kontrollversuch die Gewähr dafür bot, daß einwandfreies Larvenmaterial vorlag, stellte sich jedoch heraus, daß es auch Varietäten von *Solanum demissum* gibt, auf denen die Larven bis zum dritten Häutungsstadium gelangen können. Auf einigen war es sogar möglich, einzelne Larven bis zur Verpuppung zu bringen. Der Fraß auf diesen Pflanzen ist dementsprechend größer.

Abb. 7. Sterblichkeitskurven für $L_{3+4}$, die mit zwei Varietäten von *S. demissum* gefüttert wurden. (Aus Sellke 1939)

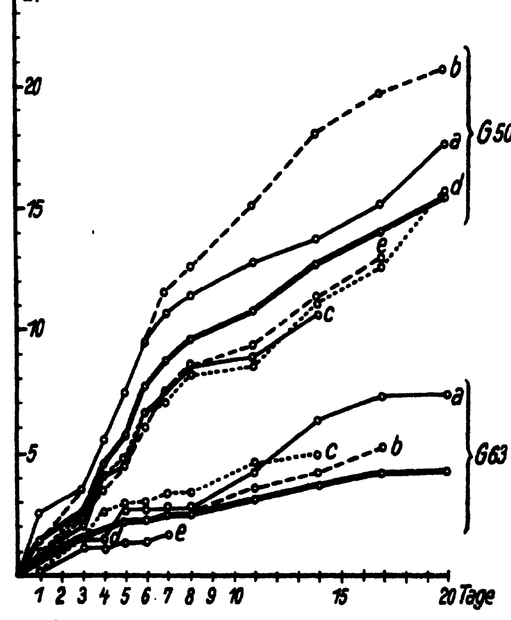



Abb. 8. Fraßsummenzunahme bei je 5 Einzelschalenversuchen. Versuchstiere: $L_4$, Futter: Laub von zwei Demissumvarietäten. (Die kräftig ausgezogenen Linien bedeuten die Kurven der Mittelwerte.) (Aus Sellke 1939)

Einen solchen Fall hat Sellke bereits 1939 veröffentlicht. In Abb. 7 ist das Diagramm wiedergegeben, das die Sterblichkeitskurven für den mit

*G 42. S. demissum Reddick v. Pringle*
*G 62. S. demissum Reddick 535 — a.*

durchgeführten Versuch darstellt. Zwischen diesen beiden Demissumvarietäten ist der Unterschied besonders groß. Nach 10 Tagen Versuchsdauer sind nämlich auf G 62 alle Versuchstiere (70 $L_{3-4}$) tot; dagegen sind in dem Versuch mit G 42 erst 43% eingegangen.

Untersucht man auf breiter Basis die übrigen Demissumstämme, so kann man auch dort Unterschiede finden, allerdings von geringerem Ausmaß. Abb. 8 veranschaulicht das Ergebnis eines Versuchs mit zwei sich extrem verhaltenden Formen

*G 50. S. demissum (L.) W 519—25—a*
*G 65. S. demissum (Reddick) 538 — a.*

In diesem Falle sind die Kurven der täglichen Fraßbewertungen aufgezeichnet.

Im allgemeinen gilt, daß die Larven um so eher eine einseitige Ernährung mit Demissumlaub vertragen und daher auch um so größere Mengen Blattsubstanz verzehren und um so länger dabei leben, je ausgiebiger sie vorher Kulturkartoffellaub gefressen haben. Bei Heranzucht auf Kulturkartoffellaub werden sie also mit jedem erreichten Häutungsstadium widerstandsfähiger gegenüber dem ungünstigen Demissumfutter.

Zwischen den beiden ersten Entwicklungsstadien sind die Unterschiede noch relativ gering, die kleinen Larven sind noch sehr empfindlich (vgl. Abb. 6). Das 3. Häutungsstadium verträgt das nicht zuträgliche Futter schon eher. Folgende Versuchsprotokolle mögen aufweisen, wie sich $L_2$ und $L_3$ im Hinblick auf ihr Verhalten bei Fütterung mit Demissumblättern in der Schale unterscheiden:

Tabelle 4

| Demissumstamm | Larvenanzahl | Fraßsumme | Fraßsumme / Larvenzahl | Fraßkennziffer | Tage | Tot (Anzahl) | Tot % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Versuchsreihe 38/31 (angesetzt mit $L_2$) | | | | | | | |
| G 49 | 45 | 4,6 | 0,10 | 2,04 | 9 | 45 | 100 |
| G 50 | 45 | 30,8 | 0,68 | 9,8 | 13 | 41 | 91 |
| G 51 | 45 | 3,6 | 0,08 | 2,67 | 7 | 45 | 100 |
| G 52 | 45 | 1,9 | 0,04 | 0,85 | 9 | 43 | 96 |
| G 53 | 44 | 5,7 | 0.13 | 2,16 | 11 | 44 | 100 |
| G 54 | 45 | 6.3 | 0,14 | 2.34 | 11 | 45 | 100 |
| G 55 | 45 | 10,3 | 0,23 | 3,27 | 13 | 45 | 100 |
| G 56 | 45 | 6,3 | 0,14 | 2,34 | 11 | 45 | 100 |
| G 57 | 45 | 15.9 | 0,35 | 4,6 | 13 | 44 | 98 |
| G 58 | 45 | 4,2 | 0,09 | 2,34 | 8 | 45 | 100 |
| G 59 | 45 | 6,7 | 0,14 | 2,49 | 11 | 45 | 100 |
| G 60 | 45 | 4,5 | 0,10 | 1,43 | 13 | 44 | 98 |
| G 61 | 45 | 38.6 | 0,08 | 1,60 | 9 | 42 | 93 |
| G 62 | 45 | 2,8 | 0,06 | 3,1 | 6 | 45 | 100 |
| G 63 | 45 | 4,3 | 0.09 | 3.2 | 7 | 45 | 100 |
| Regina | 45 | 89.2 | 0,98 | 28,4 | 13 | 20 | 44 |
| Hunger | 44 | — | — | — | 6 | 44 | 190 |
| Versuchsreihe 39/26 (angesetzt mit $L_2$) | | | | | | | |
| G 49 | 45 | 13.5 | 0,3 | 15 | 11 | 41 | 91 |
| G 50 | 45 | 10 | 0.2 | 11 | 11 | 44 | 98 |
| G 51 | 45 | 4,5 | 0.10 | 5 | 11 | 44 | 98 |
| G 52 | 45 | 11 | 0,24 | 12 | 11 | 42 | 93 |
| G 55 | 45 | 4,5 | 0,10 | 5 | 11 | 45 | 100 |
| G 58 | 45 | 4 | 0,09 | 4,5 | 11 | 45 | 100 |
| G 61 | 45 | 4.5 | 0,10 | 5 | 11 | 44 | 98 |
| G 62 | 45 | 2,5 | 0,06 | 2,7 | 11 | 45 | 100 |
| G 63 | 45 | 3 | 0,07 | 3.3 | 11 | 45 | 100 |
| Sickingen | 45 | 43 | 0,95 | 45 | 11 | 13 | 29 |

| Demissumstamm | Larvenanzahl | Fraßsumme | Fraßsumme / Larvenzahl | Fraßkennziffer | Anzahl der Versuchstage | Tot % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dagegen: Versuchsserien, die mit $L_3$ angesetzt wurden. nach 11 Tagen Versuchsdauer: 38/35 | | | | | | |
| G 50 | 50 | 54,4 | 1,09 | 13,6 | 11 | 34 |
| G 57 | 50 | 33,9 | 0,68 | 8,5 | 11 | 46 |
| G 62 | 50 | 13,9 | 0,28 | 3,5 | 11 | 22 |
| G 63 | 50 | 15,1 | 0,31 | 3,9 | 11 | 26 |
| Regina (Kontrolle) | 50 | 175,4 | 3,51 | 44 | 11<br>11 | 4 |

| Demissumstamm | Larvenanzahl | Fraßsumme | Fraßsumme / Larvenzahl | Fraßkennziffer | Anzahl der Versuchstage | Tot % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Versuchsreihe 39/26 | | | |
| G 52 | 100 | 138,5 | 1,39 | 28 | 11 | 68 |
| G 55 | 100 | 94,7 | 0,95 | 19 | 11 | 83 |
| G 62 | 100 | 74,1 | 0.74 | 14,8 | 11 | 94 |
| Sickingen (Kontrolle) | 100 | 276 | 2,76 | 46 | 11 | 22 (+) |
| Hunger (Kontrolle) | 100 | — | — | — | 9 | 100 |

Es ist offensichtlich, daß nach Ablauf der gleichen Versuchsdauer die $L_3$ eine geringere Sterblichkeit aufweisen als die $L_2$. Dabei ist in der Versuchsreihe 39/26 ($L_3$) die Sterblichkeit im Kontrollversuch mit Kulturkartoffellaub (+) wieder besonders hoch, woraus sich erklärt, warum auch die Sterblichkeit auf Demissumlaub höher ist als im Beispiel 38/35.

Im Hinblick auf die Widerstandsfähigkeit von Vollinsekten gegenüber der Ernährung mit Demissumlaub berichtet Schaper (13) von Versuchen, in denen er frisch aus dem Winterquartier geschlüpfte Käfer an junge Demissumpflanzen setzte und beobachtete, daß eine auffallende Käfersterblichkeit oder physiologische Störungen bei den Insekten nicht auftraten. Die Vollkerfe vertrugen also das ungünstige Futter relativ gut.

Jungkäfer, die Sellke im August 1940 mit Demissumlaub zu ernähren versuchte, sind dagegen empfindlicher als die überwinterten Tiere, mit denen Schaper seinen Versuch anstellte Das geht aus folgenden Aufzeichnungen hervor:

Sterblichkeit im Versuch

| Tag | *S. demissum* G 51 | Regina |
|---|---|---|
| bis 4. | — | — |
| 5. | 18 | — |
| 9. | 21 | — |
| 11. | 22 | — |
| 14. | 25 | 2 |
| 24. | 33 | 2 |
| 30. | 36 | 6 |
| 31. | 37 | 6 |

Hieraus folgt, daß ausschließlich mit Demissumlaub gefütterte Jungkäfer der Sommergeneration eine höhere Sterblichkeit aufweisen als normal ernährte. Ihre Widerstandsfähigkeit gegen das ungünstige Futter kann aber auch mitunter ziemlich groß sein, wie folgender Versuch zeigt:

Sterblichkeit

| Tag | *S. demissum* G 51 | Hunger |
|---|---|---|
| bis 5. | — | — |
| 6. | — | 2 |
| 7. | 1 | 7 |
| 9. | 1 | 11 |
| 13. | 2 | 35 |
| 15. | 2 | 40 |
| 17. | 2 | 44 |
| 22. | 8 | 50 |

In diesem Versuch sterben die Vollkerfe bei Demissumnahrung nicht so rasch ab wie im oben mitgeteilten. Auch für die Vollkerfe gilt, worauf

schon für die Larven hingewiesen wurde, daß zwischen einzelnen Populationen und Aufzuchten häufig große Vitalitätsunterschiede bestehen.

Aus dem eben mitgeteilten Versuch geht aber noch hervor, daß die Versuchstiere bei Hunger schneller zugrunde gehen als bei Ernährung mit Demissumlaub, eine Tatsache, die sich bei allen Larven- und Käferversuchen immer wieder herausstellte. Dieser Befund läßt sich nicht ohne weiteres mit

Tabelle 6

Verzeichnis der wichtigsten auf Widerstandsfähigkeit gegen *Leptinotarsa decemlineata* geprüften Arten der Sectio *Tuberarium*

| Spezies | Chromosomenzahl 2 n | Befund | Autor[1]) | Kreuzung mit *S. tuberosum* |
|---|---|---|---|---|
| *Solanum demissum* Lindl. | 72 | widerstandsfähig | T., M.-B., Sch., S. | möglich |
| *S. polyadenium* Greenm. | 24 | " | M.-B., Sch., S. | bis jetzt noch nicht gelungen |
| *S. jamesii* Torr. | 24 | " | M.-B., Sch. | noch nicht gelungen |
| *S. millanii* Buk. u. Lechn. | 24 | " | Sch. | ? |
| *S. caldasii* H. B. K. | 24 | in geringerem Maße widerstandsfähig | T., Sch., S. | ? |
| *S. commersonii* Dun. | 36 | in geringerem Maße widerstandsfähig, vielleicht heterozygotisch in bezug auf Fraßfestigkeit | T., M.-B., Sch. | möglich |
| *S. chacoense* Bitt. | 24 | in geringerem Maße widerstandsfähig<br>Die Form *Siambon* der Art auffallend widerstandsfähig | M.-B., Sch., S.<br>Sch. | " |
| *S. acaule* Bitt. | 48 | anfällig | M.-B., Sch., S. | " |
| *S. andigenum* Juz. u. Buk. | 48 | " | T. | " |
| *S. edinense* Berth. | 60 | sehr anfällig | T. | " |
| *S. verrucosum* Schlechtd. | 24 | anfällig,<br>erlaubt aber nur vereinzelt Entwickl. zu Vollinsekten | T., Sch.<br>M.-B. | " |
| *S. ajuscoense* Buk. | 48 | anfällig | M.-B., Sch. | " |
| *S. antipoviczii* Buk. | 48 | " | M.-B., Sch. | " |
| *S. neoantipoviczii* Buk. | 48 | " | M.-B., Sch. | " |
| *S. vallis mexici* Juz. | 36 | " | M.-B., Sch. | bisher nicht gelungen |
| *S. aracc papa* Juz. | 24 | " | M.-B., Sch. | nicht gelungen |
| *S. rybinii* Juz. u. Buk. | 24 | " | Sch. | möglich |
| *S. henryi* Buk. u. Lechn. | 24 | widerstandsfähig | Sch. | bisher nicht gelungen |
| *S. candelarianum* Buk. | | anfällig | M.-B., Sch. | |
| *S. reddickii* Buk. | 48 | " | M.-B., Sch. | ? |
| *S. cordobense* | | " | Sch. | |
| *S. garciae* | | " | Sch., S. | |
| *S. spec. la pampa* | | " | Sch., S. | |

[1]) T. = Trouvelot, M.-B. = Müller-Böhme, Sch. = Schaper, S. = Sellke.

der bereits erwähnten Auffassung von Trouvelot, die auch von Schaper übernommen worden ist, in Einklang bringen, daß es sich bei den Störungen infolge Ernährung mit Demissumblättern um eine toxische Wirkung handelt; zumindest scheint eine Giftwirkung nicht der ausschlaggebende Faktor für die beobachteten physiologischen Störungen zu sein. Die Annahme, daß die dem Schädling nicht zuträgliche, mangelhafte Demissumnahrung tatsächlich vergiftend wirkt, ist also noch nicht erwiesen.

Eine interessante Ergänzung zu den mitgeteilten Befunden bietet folgender Versuch: Füttert man gleichaltrige, frisch aus der Puppenhülle geschlüpfte Käfer der Sommergeneration mit Laub einer Kulturkartoffelsorte, so fressen die Vollkerfe zuerst große Mengen von den Blättern, lassen nach 8 bis 9 Tagen mit dem Fraß nach und halten nach etwa 16tägigem Fraß ganz ein, auch wenn ihnen frische Nahrung geboten wird. Sobald sie auf Erde gesetzt werden, graben sie sich in kürzester Frist zur Überwinterung ein. Anders verhalten sich mit Demissumlaub ernährte Käfer. Diese Tiere fressen zwar von Anfang an geringere Mengen von dem ungünstigen Futter, aber dafür nehmen sie auch dann noch immer Nahrung auf, wenn die Vollkerfe auf Kulturkartoffellaub schon längst ihren Fraß beendet haben. Die bei Demissumkost gehaltenen Vollkerfe graben sich dann auch nicht ein, wenn man sie auf Erde setzt, sondern wandern nahrungssuchend umher. Hieraus folgt, daß die Jungkäfer bei Ernährung mit Laub von *Solanum demissum* nicht den zum Eintritt in die Winterruhe nötigen physiologischen Zustand erreichen. —

Diesem Kapitel über die Eignung knollentragender Solanumarten als Nährpflanzen für den Kartoffelkäfer fügen wir eine Übersicht über das Verhalten derjenigen Spezies an, die wegen ihrer nahen Verwandtschaft mit *Solanum tuberosum* züchterisches Interesse beanspruchen können, weil sie mit der Kulturkartoffel zu kreuzen sind oder deren Kreuzung mit *S. tuberosum* vielleicht einmal gelingen könnte (Tabelle 6). Die Bewertung der einzelnen Arten stützt sich zum großen Teil auf die Angaben anderer Autoren, die wir hier noch einmal übersichtlich zusammenstellen.

### c) Das Verhalten der $F_1$-Generation der Kreuzung *Solanum demissum* × *Solanum tuberosum*

Wie schon betont, wußten wir bereits im Jahre 1936 auf Grund der Untersuchungen, die Müller-Böhme in Versailles an Dahlemer Demissumhybriden durchgeführt hatte, daß die $F_1$-Generation der Verbindung von *Demissum Tuberosum* im Vergleich zu den beiden Eltern ein intermediäres Verhalten gegenüber dem Kartoffelkäfer besitzt. Allerdings handelte es sich hierbei um ein Ergebnis, dem nur wenige Fütterungsversuche zugrunde lagen. Zudem war es mit Hilfe der einfachen „Schalenmethode“, wie sie Trouvelot benutzt hatte, gewonnen worden, die es nicht gestattet, feinere Unterschiede im Verhalten der verschiedenen $F_1$-Formen nachzuweisen.

Im folgenden seien die Ergebnisse geschildert, die in den Jahren 1938 und 1939 mit Hilfe von Hygrostatenversuchen erzielt worden sind. In Tabelle 6 teilen wir zunächst in Bausch und Bogen die Variabilität der Sterblichkeitsziffern mit, wobei wir die bei verschiedenen $F_1$-Familien ermittelten Werte zusammengezogen haben. Zum Vergleich sind in die Tabelle noch die Werte eingetragen, die sich aus Kontrollversuchen mit Demissum- und Kulturkartoffellaub ergeben haben[1]).

[1]) Die Kontrollversuche wurden zu gleicher Zeit, mit dem gleichen Larvenmaterial und unter den gleichen Umständen (Temperatur, Licht) angesetzt.

Tabelle 6
Variabilität der Sterblichkeitsziffern während der Stadien $L_1$ und $L_2$

| % | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 n | M ± m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *S. demissum* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 19 | 19 | 95 % |
| *D×T* . . | 1 | 5 | 15 | 19 | 28 | 45 | 60 | 89 | 67 | 92 | 421 | 70,9 ± 1,1 % |
| *T* . . . . | 3 | 5 | 6 | 7 | 3 | 3 | — | — | — | — | 27 | 29,1 ± 2,9 % |

Durch die Aufzeichnungen in Tabelle 6 werden die Ergebnisse der ersten Fütterungsexperimente, die Müller-Böhme im Jahre 1936 durchführte, vollauf bestätigt: Die $F_1$-Generation nimmt eine intermediäre Stellung zwischen *S. demissum* und *S. tuberosum* ein. Auffällig ist aber die große Variationsbreite der $F_1$. Sie reicht fast über die ganze Skala, von 9—100 % Sterblichkeit, und verbindet gewissermaßen die beiden Extreme, welche die beiden Elternarten kennzeichnen. Aus den Fehlerberechnungen geht hervor, daß die Differenzen zwischen den Mittelwerten, die wir für die Elternarten und die $F_1$-Generation errechnet haben, vollkommen gesichert sind.

Auch bei Benutzung der Fraßkennziffer als Bewertungsmaßstab für die Käferfestigkeit ergeben sich Unterschiede, die fehlerkritisch vollkommen gesichert sind (Tabelle 7). Das intermediäre Verhalten der $F_1$-Generation springt wiederum in die Augen. Auffällig bleibt aber die große Variabilität der $F_1$-Generation. Wie läßt sich diese erklären?

Tabelle 7
Variabilität der Fraßkennziffern

| | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 n | M ± m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *S. demissum* | 10 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | 12 | 2,67 ± 0,43 % |
| *D×T* . . | 18 | 55 | 95 | 102 | 70 | 43 | 29 | 4 | — | — | 416 | 14,08 ± 0,32 % |
| *T* . . . . | — | — | — | 3 | 3 | 10 | 4 | 2 | — | — | 24 | 22,29 ± 1,24 % |

Zunächst könnte man daran denken, daß sie größtenteils in der unterschiedlichen Eignung der einzelnen $F_1$-Formen als Nährpflanze für die Käferlarven begründet liegt. Denn ebenso wie zwischen „reinen" Demissum-Varietäten wären ja auch zwischen $F_1$-Hybriden Unterschiede in der Käferfestigkeit zu erwarten. Wie Tabelle 8 zeigt, scheinen auf den ersten Blick solche Differenzen vorhanden zu sein. Vergleichen wir z. B. die $F_1$-Familien III und IV, so würde sich eine bedeutend höhere „Widerstandsfähigkeit" für die erste als für die zweite ergeben. Die Differenz ist gesichert. Stutzig wird man aber, wenn sich bei Wiederholung solcher Versuche mit dem gleichen $F_1$-Material Unterschiede herausstellen, die bei weitem nicht mehr so groß und nicht mehr gesichert sind. Diese Erfahrung mußten wir leider nur zu häufig machen. Daher bleibt aber auch nur noch die eine

Tabelle 8
Variabilität der Sterblichkeitsziffern der $L_1$ und $L_2$ bei verschiedenen $F_1$-Familien

| Bezeichnung der Familie 1938/E | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 % | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 n | M ± m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I ( 1— 8) | — | — | — | — | 1 | — | 2 | 2 | 1 | 2 | 8 | 75,0 ± 5,6 % |
| II ( 9—19) | — | — | — | -- | 2 | — | 1 | 5 | 2 | 1 | 11 | 72,3 ± 4,5 % |
| III (20—32) | — | — | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | — | 13 | 60,4 ± 5,1 % |
| IV (33—56) | 1 | 5 | 6 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | — | 1 | 24 | 37,1 ± 4,5 % |
| V (57—67) | — | — | — | — | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 11 | 65,0 ± 5,2 % |

Erklärung übrig, daß die großen Schwankungen im Ausfall der Versuchsergebnisse noch zusätzlich durch eine mehr oder minder bedeutende Variabilität in der Vitalität des von Freilandpflanzen abgesammelten Eigelege- und Junglarvenmaterials bedingt sind.

Trotzdem konnten wir aber den Beweis führen, daß zwischen den $F_1$-Formen Unterschiede in der Eignung als Nährpflanzen für die Larven des Kartoffelkäfers bestehen müssen:

In Tabelle 9 haben wir die Ergebnisse einer Versuchsserie in Beziehung gesetzt zu den Befunden, die wir bei dem Wiederholungsversuch erzielt haben. Wenn auch die Beziehung, gemessen an dem errechneten Korrelationskoeffizienten, recht locker ist, so ist sie doch gesichert. Das heißt also: Trotz der großen Schwankungen, die in den Versuchsbedingungen selbst · in erster Reihe durch die schwankende Vitalität des Larvenmaterials bedingt — begründet liegen, lassen sich Unterschiede nachweisen, die auf der unterschiedlichen Eignung der $F_1$-Formen als Nährpflanzen für den Schädling beruhen. Anders läßt sich der Befund, daß Formen, die in der ersten Versuchsserie relativ gut abgeschnitten und sich auch bei der später angesetzten Wiederholung im Durchschnitt als „relativ käferfest" erwiesen haben, nicht deuten.

Tabelle 9

Korrelation der Sterblichkeitsziffern von wiederholt geprüften $F_1$-Stämmen
$r = 0{,}454 \pm 0{,}106$

| % | 55 | 65 | 75 | 85 | 95 | n |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 45 | — | — | 1 | — | — | 1 |
| 55 | 1 | 1 | — | 1 | — | 3 |
| 65 | 1 | 2 | — | — | 1 | 4 |
| 75 | — | 1 | 3 | 4 | 6 | 14 |
| 85 | 1 | — | 1 | 2 | 6 | 10 |
| 95 | — | 1 | 3 | 5 | 15 | 24 |
| n | 3 | 5 | 8 | 12 | 28 | 56 |

Es liegt nun nahe, das unterschiedliche Verhalten der einzelnen $F_1$-Formen mit der Abstammung von verschiedenen Demissumvarietäten erklären zu wollen; verhalten sich doch schon diese, wie auf S. 204 dargelegt, recht verschieden gegenüber den Käferlarven, insbesondere gegenüber denen der älteren Häutungsstadien. Es gelang uns aber nicht, zwischen dem Verhalten der $F_1$-Formen und dem des Demissumelters Beziehungen nachzuweisen, die diese Annahme hätten stützen können. Vielleicht spielt hierbei nicht nur der Einfluß des Demissumelters, sondern auch der des Kulturelters eine Rolle. Leider reicht das vorliegende Material zur Klärung dieser Frage nicht aus, so daß es sich erübrigt, näher hierauf einzugehen.

### d) Das Verhalten der Aufspaltungen der Kreuzung *Solanum demissum* × *Solanum tuberosum*

Nach dem intermediären Verhalten der $F_1$ und in Anbetracht der Erfahrungen, die man mit anderen Spezieskreuzungen gemacht hat, durfte man erwarten, daß in der $F_2$-Generation einerseits der anfällige *Tuberosum*-Typus, andererseits aber auch der „käferfeste" *Demissum*-Typus herausspaltet. Nur unter der Voraussetzung, daß die Käferfestigkeit, kombiniert mit den integrierenden Werteigenschaften der Kulturkartoffel, wieder mehr oder weniger rein in $F_2$ herausspaltet, hat es einen Sinn, auf dem Wege über eine einfache Spezieskreuzung die Züchtung einer käferfesten Sorte anzustreben.

Mit großer Spannung sahen wir daher den Ergebnissen des Jahres 1937 entgegen, in dem erstmalig von Müller-Böhme das Verhalten einer größeren $F_2$-Familie im Petrischalenversuch geprüft wurde. Hierbei handelte es sich um die Aufspaltung eines relativ käferfesten $F_1$-Bastardes, der aus der Kreuzung mit der *Tuberosum*-Sorte „Müllers Frühe" hervorgegangen war. Groß war aber die Enttäuschung, als in der etwa 90 Vertreter umfassenden $F_2$-Familie keine einzige Form gefunden werden konnte, die die Käferfestigkeit der $F_1$-Generation oder gar des Demissumelters aufgewiesen hätte. Fast alle geprüften Formen unterschieden sich, was ihr Verhalten im Schalenversuch anbelangte, nicht von den als Vergleichssorten benutzten Kulturformen. Nur einige wenige schienen etwas „widerstandsfähiger" als diese zu sein. Doch erreichten sie auf keinen Fall die Käferfestigkeit der $F_1$-Generation.

Nach dieser Enttäuschung wurden nun in den beiden folgenden Jahren etwa 190 $F_2$- und Rückkreuzungsstämme ($F_2'$) genauestens auf ihre Eignung als Nährpflanzen für den Kartoffelkäfer untersucht. Hierbei handelte es sich um Formen, die aus verschiedenen Kreuzungen hervorgegangen waren. Wir teilen auch hier wieder die Ergebnisse summarisch, d. h. nicht nach den Familien getrennt, mit.

Tabelle 10

Variabilität der Sterblichkeitsziffern während der Stadien $L_1$ und $L_2$ auf $F_2$- und Rückkreuzungsstämmen

| % | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 n | M ± m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $F_2$ . . . . | 7 | 23 | 21 | 13 | 8 | 1 | 3 | 2 | — | — | 78 | 27,2 ± 1,8 % |
| $F_2'$ . . . . | 7 | 21 | 23 | 17 | 1 | 9 | 1 | 2 | — | — | 91 | 29,9 ± 1,7 % |
| *Tuberosum* . | 6 | 6 | 1 | 1 | 2 | — | — | — | — | — | 16 | 16,9 ± 3,4 % |
| *Demissum* . | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 4 | 5 | 93 % |
| $F_1$ . . . . | 1 | 5 | 15 | 19 | 28 | 45 | 60 | 89 | 67 | 92 | 421 | 70,9 ± 1,1 % |

Wie Tabelle 10 lehrt, war die Sterblichkeit der Larven auf den geprüften $F_2$-Formen viel geringer als bei den in der Tabelle mitaufgeführten $F_1$-Hybriden. Wohl liegt der Mittelwert, den wir für die $F_2$-Formen errechneten, etwas höher als der Wert, den wir aus Kontrollversuchen mit Kultursorten erhielten. Doch ist die Differenz zwischen den beiden Mittelwerten nicht vollkommen gesichert. Gesichert ist dagegen die Differenz, die sich zwischen den Rückkreuzungsformen ($F_2'$) und den Kontrollsorten ergibt. Praktisch die gleichen Mittelwerte haben aber die durch Selbstbestäubung der $F_1$ entstandenen $F_2$ und die durch Rückkreuzung mit Kultursorten gewonnenen Formen ($F_2'$) ergeben. Auch die Variationskoeffizienten $F_2$ : 58,8 ± 6,13, $F_2'$ : 67,5 ± 6,94) lassen keine gesicherten Unterschiede erkennen. Hieraus folgt, daß es in züchterischer Hinsicht ziemlich gleichgültig sein dürfte, ob man mit $F_1$-Selbstungen oder Rückkreuzungen arbeitet. Sollten überhaupt Unterschiede noch zu erwarten sein, so können sie nur gering ausfallen.

Benutzen wir das Mittel der Fraßkennziffern zur Bewertung der $F_2$- und $F_2'$-Reihe, so ist überhaupt kein Einfluß des Demissumgroßelters mehr zu erkennen (Tabelle 11). Die Variationsbreiten und die Mittelwerte für die $F_2$-, $F_2'$- und die Tuberosumreihe weisen praktisch keine Unterschiede mehr auf.

Wie nicht anders zu erwarten, waren auch die Ergebnisse, die wir mit Formen erhielten, die aus mehrfachen Rückkreuzungen entstanden waren, enttäuschend.

Tabelle 11

Variabilität der Fraßkennziffern bei $F_2$- und Rückkreuzungsstämmen

| | 0–4 | 4–8 | 8–12 | 12–16 | 16–20 | 20–24 | 24–28 | 28–32 | 32–36 | 36–40 | n | M ± m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $F_2$ . . . . | — | — | — | 12 | 23 | 30 | 8 | 5 | — | — | 78 | 20,51 ± 0,48 |
| $F_1$ . . . . | — | — | — | 12 | 39 | 16 | 16 | 6 | 1 | 1 | 91 | 20,77 ± 0,53 |
| *Tuberosum* . | — | — | — | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | — | — | 18 | 21,11 ± 1,16 |
| *Demissum* . | 5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 5 | 2 % |
| $F_2$ . . . . | 18 | 55 | 95 | 102 | 70 | 43 | 29 | 4 | — | — | 416 | 14,08 ± 0,32 |

Man könnte sich nun allerdings mit der Tatsache trösten, daß man unter den zahlreichen im Hygrostatenversuch geprüften $F_2$- und $F_2'$-Formen auch solche finden konnte, die auf dem Felde nur schwach von dem Käfer befallen waren und daher nur geringe oder gar keine Schäden davongetragen hatten, obwohl ihr Laub im Zwangsfutterversuch von den Larven willig angenommen wurde. Solche „feldresistenten" Formen (vgl. auch Schaper [13]) waren in nicht geringer Menge unter den geprüften Zuchtstämmen vorhanden. Abb. 9 liefert einen schönen Überblick über das „Feldverhalten" des gesamten im Jahre 1938 untersuchten Zuchtmaterials. Doch ist dieser Hinweis, wie noch näher ausgeführt werden soll (s. S. 225), nur ein sehr schwacher Trost. Denn, wie das Rundbild lehrt, gibt es auch Kultursorten, die unter den jeweils gegebenen Umständen einem stärkeren Befraß durch Kartoffelkäferlarven praktisch entgehen können (vgl. auch die Bonitierung der Sorte „Voran", S. 196). Wenn wir uns allerdings mit dieser „Feldresistenz" begnügen wollen, dann hat der Rückgriff auf eine Artkreuzung keinen Wert mehr. Dann ist es für den praktischen Züchter zweckmäßiger, kurzweiliger und billiger, nur mit Kreuzungen zwischen Kultursorten zu arbeiten.

### e) Die aus dem Verhalten der Kreuzung *S. demissum* × *S. tuberosum* zu ziehenden Schlüsse und Versuche mit einem Frühselektionsverfahren

Es erhebt sich nun die Frage: Worauf ist, züchterisch gesehen, das Versagen der $F_2$- und $F_2'$-Generation bei der Spezieskreuzung *S. demissum* *(2n = 72)* × *S. tuberosum (2n = 48)* zurückzuführen? Folgende Annahme liegt am nächsten:

Die Widerstandsfähigkeit der reinen Demissumformen gegen Larvenfraß ist bedingt durch eine ganze Reihe von Genen, die ziemlich vollständig vorhanden sein muß, wenn die Eigenschaft „Käferfestigkeit" realisiert sein soll. Hierbei würde es sich weder um rein dominante noch um rein rezessive Gene handeln können. Ihre phänotypische Ausprägung wäre vielmehr intermediär, wie das Verhalten der $F_1$ gelehrt hat. Doch läßt sich mit dieser Annahme allein nicht erklären, warum unter den bisher geprüften $F_2$- und Rückkreuzungsformen, etwa 300 an der Zahl, kein Vertreter gefunden worden ist, der in seinem Verhalten gegenüber dem Käfer dem reinen *Demissum* entsprochen hätte; nicht einmal eine dem Verhalten der $F_1$-Generation entsprechende Form konnte ermittelt werden.

Ein Hinweis dafür, wo die Ursache für das äußerst schnelle Dahinschwinden der Käferfestigkeit zu suchen wäre, liefert uns aber das Verhalten der $F_2$- und $F_2'$-Formen. Hatten wir doch festgestellt, daß es im Grunde belanglos ist, ob wir bei unseren Selektionsarbeiten innerhalb einer $F_1$-Selbstung oder einer Rückkreuzung nach resistenten Formen fahnden. In beiden Fällen sind gleich günstige bzw. gleich schlechte Resultate zu erwarten. Hieraus darf man entnehmen, daß über das Pollenkorn von den $F_1$-Formen die Käferfestigkeit nicht vererbt wird, sondern daß die Faktoren für Käfer-

festigkeit, wenn überhaupt, allein über die Eizelle auf die Nachkommen übertragen werden können. Sonst hätte doch die Selbstung ein günstigeres Ergebnis als die Rückkreuzung, d. h. eine im Vergleich zu der Rückkreuzung im Mittel höhere Sterblichkeit der Larven liefern müssen.

Diese Annahme wird gestützt durch die von Griesinger festgestellte Tatsache[1]), daß bei der Kreuzung *Demissum* × *Tuberosum* im Laufe nur weniger Generationen die Chromosomenzahl sehr schnell auf die für *Tuberosum* ermittelte Zahl herabreguliert wird. Da andererseits die Pollensterilität in der $F_1$-Generation außerordentlich hoch ist, vermutet Griesinger, daß nur solche Pollenkörner voll funktionsfähig sind und zur Befruchtung gelangen, die einen vollständigen Tuberosumsatz ($n = 24$) besitzen. Solche Pollen, die überschüssige Demissumchromosomen mitbekommen, würden vorzeitig abortieren oder wegen mangelnder Funktionsfähigkeit in der Konkurrenz um die Eizellen ausscheiden. Hiermit stimmt auch gut die Tatsache überein, daß die Aufspaltung der $F_1$ überwiegend *tuberosum*ähnliche Typen liefert. Unter dieser Voraussetzung, die durch die zytogenetischen Befunde an anderen Speziesbastarden gestützt

Mg T E $F_1$ $F_{2,3}$

Abb. 9. Aufblick auf das Versuchsfeld C des Feldlaboratoriums Ahun (Frankreich) von erhöhtem Standpunkt. Mg: Müncheberger Sortiment (künstlich infiziert), T: 2 Kultursortenstreifen, E: Sortiment der Biologischen Reichsanstalt, $F_1$: Eichhofer $F_1$-Stämme. $F_{2,3}$: Stämme späterer Kreuzungsgenerationen (Aus Sellke (1939))

[1]) Noch unveröffentlicht.

wird (vgl. Renner [11]), ist daher das Herausspalten einer Form, die in bezug auf Käferfestigkeit der $F_1$-Generation entsprechen würde, nur relativ selten zu erwarten.

Eine andere Erklärungsmöglichkeit bestünde auf den ersten Blick vielleicht in der Annahme, daß die Käferfestigkeit des *S. demissum* nicht im Geno-, sondern im Plasmotypus verankert ist. Dann müßten wir aber auch annehmen, daß zum Aufbau der Zygote ein Teil des Plasmas vom Pollenschlauch geliefert wird; denn sonst wäre ja nicht die starke „Verdünnung" der Käferfestigkeit vom reinen *Demissum* zur $F_1$ und von dieser zur ersten Rückkreuzungsgeneration zu verstehen. Ferner müßten wir dann erwarten, daß die reziproke Kreuzung *Tuberosum* × *Demissum* das gleiche Verhalten wie ein reines *Tuberosum* zeigt. Leider ist die schwer herzustellende Kombination *Tuberosum* ♀ × *Demissum* ♂, mit der man die Beteiligung des Plasmotypus an der Herausbildung der Käferfestigkeit beweisen könnte, bis jetzt nicht geprüft worden, so daß diese Hypothese noch völlig in der Luft hängt.

Gleichgültig nun, welcher der überhaupt in Frage kommenden Erklärungsmöglichkeiten der Vorzug zu geben ist, muß zunächst einmal der Nachweis erbracht werden, ob es wirklich, wie man mit Rücksicht auf das praktische, züchterische Ziel befürchten muß, zutrifft, daß in der $F_2$-Generation kein kartoffelkäferfester Typus mehr zu finden ist, einfach deshalb, weil die Wahrscheinlichkeit hierzu gleich null ist. Auf Grund der Prüfung von knapp 300 Formen kann jedoch ein endgültiges Urteil nicht abgegeben werden. Hierzu gehört die Durchprüfung von mindestens 10 000 $F_2$-Stämmen und Rückkreuzungen der $F_1$ mit Kultursorten. Das haben unsere Erfahrungen in der Züchtung phytophthoraresistenter Demissumhybriden gelehrt. Darüber hinaus ist zu bedenken, daß uns im Hinblick auf die Zielsetzung des praktischen Züchters mit der Auffindung einer käferfesten $F_2$-Form allein noch nicht viel gedient ist. Das wichtigste Moment liegt doch in der Züchtung einer Form, die auch diejenigen

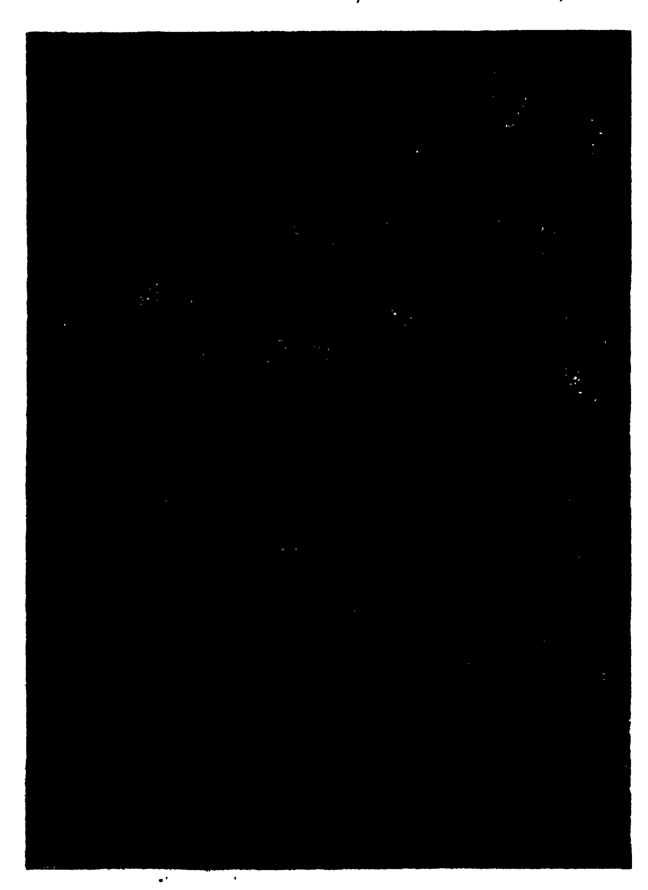


Abb. 10. Reihenweise im Frühbeet angepflanzte Sämlinge von *Solanum demissum* und Kulturkartoffeln, nach 2 Tagen Versuchsdauer aufgenommen

Eigenschaften besitzt, die wir von eine guten Kultursorte verlangen müssen. Diese Kombination ist aber nur dann zu erzielen, wenn wir, ähnlich wie in der Phytophthoraresistenzzüchtung, über eine Selektionsmethode verfügen, mit welcher ein großes Zuchtmaterial „durchgekämmt“ werden kann, um die wenigen käferfesten Formen schnell und sicher aufzufinden.



Abb. 11. Stark befressene Kulturkartoffelsämlinge und wenig beschädigte Demissumsämlinge nach Beendigung des Versuches im Frühbeet (14 Tage nach Versuchsbeginn)

Es kam also darauf an, ein Verfahren zu finden, mit dem ein bedeutend umfangreicheres Zuchtmaterial auf Fraßfestigkeit untersucht werden kann, als es mit Hilfe von Schalenfütterungsversuchen arbeitstechnisch zu bewältigen ist.

Als wir mit diesen Untersuchungen begannen, war über das Verhalten junger Sämlinge im Vergleich zu den erwachsenen Knollenpflanzen noch nichts bekannt. Im Sommer 1939 wurden daher Sämlingsnachkommenschaften von verschiedenen Kultursorten (Cimbal's Nephrit, Sonnenragis, Goldstärke, Centifolia) sowie 6 Stämme des *Solanum demissum* herangezogen, um sie auf ihr Verhalten gegenüber den Käferlarven zu prüfen. Nach dem Pikieren und Eintopfen wurden die Pflanzen mit ihren Wurzelballen ins Mistbeet ausgesetzt. Die jungen Pflanzen wurden zum Teil in Reihen, zum Teil in schachbrettartigem Wechsel von Kultur- und Wildvarietät zu Beeten angeordnet. Die zu gleicher Zeit wie die Wildspezies ausgesäten Kulturkartoffelsämlinge wurden durch Rückschnitt auf demselben Wachstumszustand gehalten wie die langsamer wachsenden gedrungeneren Demissumpflanzen. Die Jungpflanzen wurden so dicht nebeneinander in das Mistbeet ausgesetzt, daß die Blätter sich berührten (Abb. 10). Das ganze Beet wurde dann mit jungen Kartoffelkäferlarven ($L_1$) besetzt. Die Tiere konnten von Pflanze zu Pflanze wandern. An den Einzelpflanzen wurde der angerichtete Fraßschaden in mehrtägigen Abständen bonitiert. Nach 10 tägiger Versuchsdauer bot z. B. ein Beet mit reihenweise angepflanzten Sämlingen von Kulturkartoffeln und *S. demissum*, beurteilt nach dem Fraßschaden, das folgende Bild:

| Reihe | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Centifolia* . . . . | 4 | 4 | 4.5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4,5+ | 4,5+ | 5+ |
| G. 55 (*S. demissum*) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,5 | 2 | 1,5 | 2,5 | — |
| *Centifolia* . . . . | 5 | 4,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4,5 |
| G. 63 (*S demissum*) | 2,5 | 2,5 | 2 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 3 | 2,5 | 2 |
| *Cimbal Nephrit* . . | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4,5 | 4 |

Sehr deutlich unterscheiden sich die Kulturkartoffelsämlinge von den Demissumpflanzen. Die Unterschiede in der Fraßbeschädigung sind offensichtlich und liegen außerhalb der Fehlergrenzen. Abb. 11 soll dieses näher veranschaulichen. Die mit einem Kreuz (+) gekennzeichneten Centifoliasämlinge sind z. B. vernichtet, hingegen sind die in engster Nachbarschaft stehenden Demissumpflanzen nur wenig beschädigt.

Gleichzeitig wurde ein Versuch angesetzt, bei dem die verschiedenen Stämme schachbrettartig über das Mistbeet verteilt waren. Insgesamt wurden 75 Pflanzen für diesen Versuch angezogen. Es wurde das gleiche Ergebnis wie im Vorversuch erzielt, wie es Abb. 12 erläutert. Die einzelnen Säulen stellen den durchschnittlichen Schädigungsgrad der verschiedenen Sämlinge nach 14 tägiger Versuchsdauer dar.

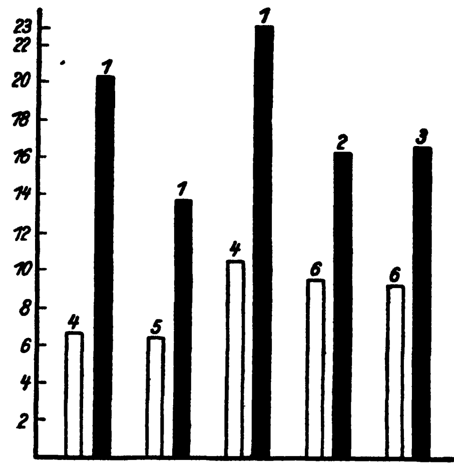



Abb. 12. Gesamtsumme von 5 Fraßschadenbonitierungen, bezogen auf je 1 Sämling: 1 Cimbal's Nephrit, 2 Goldstärke, 3 (gefüllte Säulen) und Sonnenragis, 4 *S. demissum f. atrocyaneum* W 519—18—a, 5 *S. demissum (Reddick)* 588♂—a, 6 *S. demissum* W 519—40—a.
+
Die arabischen Ziffern 1—6 bezeichnen die Pflanzreihen des Mistbeetes, die aus abwechselnd gesetzten Sämlingen von *S. tuberosum* von *S. demissum* (leere Säulen) bestehen

Für diesen Versuch seien im folgenden die Feststellungen bei den aufeinanderfolgenden Beobachtungen mitgeteilt und die Variation des Schädigungsgrades der verschiedenen Sämlinge aufgezeigt:

Der Versuch dauerte 14 Tage (12. 6.—26. 6. 39). Jede Pflanze wurde zu Beginn mit 15—20 $L_1$ besetzt. Die ganze Zeit hindurch hatten die Versuchstiere freie Bewegungsmöglichkeit auf den Sämlingen. Beim Abschluß des Versuches fanden sich nicht alle Larven wieder, sondern es wurden durchschnittlich 4—5 $L_3$ bzw. $L_4$ von den Pflanzen abgesammelt. Die vermißten Tiere waren zum Teil gestorben, zum Teil auf Nachbarbeete übergewandert. Das Mistbeet wurde während des Versuchs vor direkter Sonnenbestrahlung geschützt, da starke Besonnung die Larven von den Sämlingen zum Teil vertrieb. Ebenso wurde das Beet gegen Regen geschützt. Die Pflanzen wurden mit der Gießkanne bewässert.

Die Fraßschädigung der Einzelpflanzen wurde in 6 Stufen (0—5) bewertet; in der Regel wurde die erste Dezimalstelle noch mit zur Kennzeichnung herangezogen. Die zahlreichen Beobachtungen von Fraßbildern schulten den Blick für Fraßunterschiede, so daß sich die Benutzung einer Dezimalstelle rechtfertigen ließ.

Ordnet man die geschätzten Werte für die Fraßbeschädigung bei jeder Bonitierung in einer Variationstabelle an, so ergibt sich folgendes Bild (Tabelle 12).

Tabelle 12
Variation des Fraßschädigungsgrades in aufeinanderfolgenden Bonitierungen eines Sämlingsbeetes
(Versuch 39/2)

| | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 8 | 3,5 | 4 | 4,5 | 4,9 | 5 | n | M ± m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Bonitierung. 2. Tag nach Versuchsbeginn | | | | | | | | | | | | | | |
| *S. tuberosum* | 29 | 8 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | | — | 38 | 0,35 ± 0,09 % |
| *S. demissum* | 36 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | | — | 37 | 0,21 ± 0,01 % |
| | | | | | | | | | | | | | Differenz | 0,14 ± 0,09 % |
| 2. Bonitierung. 4. Tag nach Versuchsbeginn | | | | | | | | | | | | | | |
| *S. tuberosum* | — | 2 | 10 | 10 | 6 | 3 | 1 | 2 | 4 | — | | — | 38 | 2,01 ± 0,13 % |
| *S. demissum* | 28 | 8 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | | — | 37 | 0,31 ± 0,03 % |
| | | | | | | | | | | | | | Differenz | 1,70 ± 0,13 % |
| 3. Bonitierung. 6. Tag nach Versuchsbeginn | | | | | | | | | | | | | | |
| *S. tuberosum* | — | — | 1 | — | — | 3 | 4 | 13 | 17 | — | | — | 38 | 3,72 ± 0,08 % |
| *S. demissum* | 6 | 6 | 9 | 6 | 5 | — | 4 | — | 1 | — | | — | 37 | 1,41 ± 0,13 % |
| | | | | | | | | | | | | | Differenz | 2,31 ± 0,15 % |
| 4. Bonitierung. 10. Tag nach Versuchsbeginn | | | | | | | | | | | | | | |
| *S. tuberosum* | — | — | — | — | — | — | 1 | 6 | 4 | 12 | | 15 | 38 | 4,66 ± 0,08 % |
| *S. demissum* | — | — | — | 1 | 10 | 2 | 10 | 10 | 4 | — | | — | 37 | 3,12 ± 0,09 % |
| | | | | | | | | | | | | | Differenz | 1,54 ± 0,12 % |
| 5. Bonitierung. 14. Tag nach Versuchsbeginn | | | | | | | | | | | | | | |
| *S. tuberosum* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | 38 | 38 | 5 % |
| *S. demissum* | — | — | — | — | 1 | 1 | 10 | 5 | 13 | 4 | | 3 | 37 | 3.96 ± 0,09 % |
| | | | | | | | | | | | | | Differenz | 1,04 ± 0,09 % |

Wie die Variationstabelle lehrt, liegen die Differenzen im Verhalten der Sämlinge von *S. tuberosum* und *S. demissum* außerhalb der Fehlergrenzen, mit Ausnahme der ersten Beobachtung nach zweitägiger Versuchsdauer. Am deutlichsten tritt der Unterschied zwischen den Demissum- und den Tuberosumsämlingen nach 6 Tagen in Erscheinung. Die Differenz der durchschnittlichen Fraßbeschädigung beträgt in diesem Falle mehr als das 15fache ihres mittleren Fehlers. Auch beim bloßen Aufblick auf das Mistbeet boten sich zu dieser Zeit die deutlichsten Schädigungsunterschiede dar. Hauptsächlich befanden sich $L_2$ auf dem Sämlingsbeet. Dieses Stadium des Käfers läßt, wie schon früher erwähnt, Resistenzunterschiede besonders deutlich hervortreten. Einerseits ist sein Nahrungsbedarf schon relativ hoch, andererseits ist der Käfer noch empfindlich genug, daß deutliche Unterschiede zustande kommen.

Der Fraß der $L_2$ auf dem Sämlingsbeet spielt sich in folgender Weise ab: Die Larven beißen die Blätter der Demissumsämlinge an und lassen bald von der ihnen nicht zusagenden Kost ab, wandern auf benachbarte Tuberosumpflanzen über und verweilen hier länger beim Fraß, bis sie zufällig oder durch äußeren Anstoß (z. B. durch eine Artgenossin) von neuem wandern und dabei z. B. wieder auf einen Demissumsämling gelangen. Hier wiederholt sich das Schauspiel, daß die Larven nach einer kurzen Kostprobe die Pflanze von neuem verlassen. So besteht die Beschädigung der Demissumpflanzen im wesentlichen in kleinen Anbissen, während die Blätter der Kulturkartoffelsämlinge schon ganze Flächen verloren haben.

Später verringern sich diese Unterschiede wieder, wie die Abnahme der Differenz bei der vierten und fünften Bonitierung zeigt. Am 10. Tag befinden sich hauptsächlich $L_3$ auf der Parzelle. Ein großer Teil der Kulturkartoffelsämlinge ist schon entlaubt (Schädigungsgrad 4,5—5), so daß die

$L_3$ immer häufiger auf die weniger beschädigten Demissumpflanzen zurückkehren und auch daran jetzt längere Zeit fressen, weil sie gegen die mangelhafte Demissumkost weniger empfindlich sind als die $L_2$.

Die besprochenen Versuche haben bewiesen, daß die bisher an erwachsenen Pflanzen festgestellten Resistenzunterschiede auch an jungen Sämlingen zu beobachten sind. Daher wurde die Methode der Larvenbesetzung junger Pflanzen im Sommer 1940 in einem Versuch auch auf Hybriden von *S. demissum* und *S. tuberosum* ausgedehnt. Bei diesem Versuch traten die Unterschiede zwischen den Demissum- bzw. den Kulturkartoffel- und den geprüften Rückkreuzungspflanzen (*S. demissum* × *S. tuberosum*) × *S. tuberosum* am 10. Versuchstage am deutlichsten in Erscheinung. Die Variationstabelle ergibt folgendes Bild:

Tabelle 13

| | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | n | M ± m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *S. demissum* | 2 | 5 | 4 | 6 | 2 | 2 | — | — | — | 21 | | 1,93 ± 0,12 % |
| *S. tuberosum* (Sorte *Prisca*) | — | — | — | 1 | — | 1 | 3 | — | 2 | 7 | | 3,70 ± 0,25 % |
| (D × T) × T | — | — | 1 + | 1 + | 3 | 3 | 4 | 10 | 5 | 28 | | 3,71 ± 0,13 % |

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß die Demissumsämlinge und die Jungpflanzen der Rückkreuzungsgeneration *(D × T) × T* Unterschiede außerhalb der Fehlergrenzen im Beschädigungsgrad aufweisen. Die Differenz der Mittelwerte des Schädigungsgrades beträgt nämlich:

$$1{,}78 \pm 0{,}18.$$

Die Rückkreuzungshybriden unterscheiden sich dagegen nicht von den „Prisca"-Sämlingen in ihrem Verhalten gegen die Larven.

Auffallend sind jedoch drei Hybridenpflanzen (mit einem Kreuz [+] in der Tabelle gekennzeichnet), deren Schädigungsgrad um drei bzw. vier Klassenspielräume vom Mittelwert abweicht. Diese weniger beschädigten Pflanzen wurden eingetopft und zur Heranzucht von Knollen weitergepflegt.

Nach unseren Feststellungen war es notwendig, die zu prüfenden Sämlinge bis zu einer Größe von 4—5 cm vor dem Versuch heranzuziehen. Zwei Versuche mit noch jüngeren Sämlingen, die neben den Keimblättern erst zwei, höchstens drei Laubblättchen entwickelt hatten, zeigten kein so klares Bild. Außerdem werden die kleinen Pflänzchen durch den Fraß der aufgesetzten Kartoffelkäferlarven zu schnell vernichtet, auch dann, wenn den Larven diese Kost bei ausschließlicher Verabreichung gar nicht zusagt.

## IV. Entwicklungsrhythmus der Kartoffel, Eiablage und Schadwirkung des Koloradokäfers

Bereits Trouvelot und seinen Mitarbeitern war aufgefallen, daß die geläufigen Kartoffelsorten auch Unterschiede im Käferbefall und in der Fraßbeschädigung durch Larven aufweisen. Das Ergebnis von Beobachtungen und von Umfragen aus der mittelfranzösischen Landschaft Limousin veröffentlichten Trouvelot, Grison und Dixmeras (25) in einer Akademiemitteilung 1936. Wie die Autoren dartun, liegen die Befallsunterschiede von Kulturkartoffelsorten hauptsächlich in den verschiedenen Pflanzzeiten und Wuchsgeschwindigkeiten begründet. Das stimmt mit den Behauptungen von Batchelder (1) überein, der darauf hingewiesen hat, daß eine Verschiebung der Pflanzdaten auch eine Änderung der Schadengröße bei den einzelnen Sorten bewirke.

Der Belaubungsgrad der Kartoffelstauden und der Zustand des Laubes im weitesten Sinne des Wortes haben einen Einfluß auf den Befall. Vielleicht spielt hierbei die „Zartheit" der Gewebe eine Rolle. Hierauf deutet die Feststellung von Trouvelot, daß sich die aus den Winterquartieren schlüpfenden Käfer zum Fraß und zur Eiablage vornehmlich auf solchen Stauden sammeln, die mindestens 15 cm hoch, aber nicht älter als 20 Tage sind.

Die zur Eiablage bevorzugt aufgesuchten Pflanzen weisen auch später die größten Fraßschäden auf, was bei der relativen Trägheit der Larven nicht wundernimmt. Je nach der Gegend und den besonderen örtlichen Witterungsverhältnissen finden sich die größten Fraßschäden bald an früheren, mittleren oder späten Kartoffelsorten. Im Limousin erleiden in normalen Jahren die mittelfrühen Sorten den größten Frühjahrsschaden durch Larvenfraß. Offenbar haben diese Sorten zur Zeit der Eiablage gerade die Staudengröße erreicht, die das Käferweibchen bevorzugt. Wenn die Käfer später als gewöhnlich ihre Winterquartiere verlassen, werden die frühen Kartoffeln, wie z. B. Erstling, nur noch wenig befressen, und wenn der Käferbefall im Frühjahr ausgesprochen spät einsetzt, sind die größten Schädigungen an den späten Sorten zu beklagen (z. B. 1935).

Jedenfalls gibt es für die — sämtlich fraßanfälligen — Kulturkartoffelsorten einen für die Eiablage und den Larvenfraß besonders günstigen Entwicklungszustand in bezug auf die Staudengröße, den Belaubungsumfang und die Saftfülle der Pflanzen. Fällt dieser Wachstumszustand einer Kartoffelsorte zusammen mit dem Zeitpunkt der Frühjahrsaktivität der Käfer und der Eiablage, so sind größere Fraßschäden zu erwarten.

Für die französischen Frühkartoffelanbaugebiete am Unterlauf der Rhône und in der Bretagne gilt im allgemeinen (26), daß die Kulturen ohne ernste Schäden heranwachsen. Die Fraßbeschädigungen sind um so geringer, je früher die Kartoffeln gepflanzt und je größer, kräftiger und älter die Pflanzen zur Zeit des Frühjahrsauftretens des Kartoffelkäfers schon sind. Die Erklärung hierfür hat Trouvelot geliefert: die Frühkartoffeln wachsen noch bei einem Tagesmittel von 12° C; für eine starke Eiablage des Kartoffelkäfers dagegen sind höhere Temperaturen nötig. Nach Trouvelot liegt das Optimum (Tagesmittel) bei 17° C. Geradezu als Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung kann die Tatsache angesehen werden, daß in der Gegend von Avignon, wo die Frühkartoffeln schon Ende Januar oder Anfang Februar gepflanzt werden und schon Anfang Mai mitten in der Knollenbildung sind, die Stauden einem Befall durch den Kartoffelkäfer fast vollkommen entgehen. Die Haupteiablagezeit des Käfers ist in dieser Gegend Anfang Mai.

Angeregt durch diese Beobachtungen, entschloß man sich 1937, Sorten der Reichssortenliste auf ihr Verhalten gegenüber dem Schädling im Freiland zu prüfen, obwohl schon damals bekannt war, daß das Laub der bei uns in Europa angebauten Sorten von dem Schädling im Schalenversuch willig angenommen wird. Man hatte nämlich die Hoffnung, daß manche Sorten dank einer etwaigen Besonderheit im Entwicklungsrhythmus dem Befall aus den oben angeführten Gründen entgehen. Über die Prüfung hat Schaper berichtet (13), dem die Überwachung und Auswertung der Versuche übertragen worden war. Zielsetzung war, „aus den vorhandenen anfälligen Sorten diejenigen herauszufinden, die im freien Befall eine Fraßschädigung am besten überstanden und einen möglichst hohen Ertrag gewährleisteten, um dann später als Ausgangselter und für den Anbau in gefährdeten Gebieten Verwendung zu finden". Außerdem war im Kartoffelkäfer-Feldlaboratorium Ahun (Frankreich) noch ein französisches Sortiment von 14 Kultursorten angebaut. Die

während der Wachstumszeit angestellten Beobachtungen über den Befall mit Käfern, die Zahl der Eigelege, den Larvenbesatz sowie die Fraßverwüstungen führten im Jahre 1937 dazu, 6 Reichssorten, nämlich

| | |
|---|---|
| Aal, | Condor, |
| Weltwunder, | Fram, |
| v. Dürckheim 152/29 gleich Optima, | Wohltmann |

als aussichtsreich für die weitere züchterische Arbeit vorzuschlagen. Diese zeichneten sich durch geringeren Befall und Befraß als die Testsorte „Böhms Mittelfrühe" aus. Die genannten Sorten wurden 1938 in Großparzellen (300 Pflanzen) von neuem angebaut. In diesem Jahre schnitt z. B. die Kontrollsorte „Regina" gut ab, die im Jahre 1937 schlecht stand, d. h. stark befallen war. Andererseits erfüllte die Sorte „Optima" im Anbau 1938 nicht die Erwartungen, die man nach ihrem Verhalten im Vorjahre hegen durfte. Die Sorten Sickingen, Industrie sowie die Neuzüchtung „Gigant" ergaben „zum Teil ebenfalls günstige Ergebnisse" [1]). Bei starken Fraßschäden zeigten alle Sorten auch große Ernteverluste, jedoch ließen sich die Ernteminderungen nicht immer in Einklang bringen mit der auf den betreffenden Parzellen festgestellten Befallsstärke und Fraßbeschädigung.

Eine Bestätigung für die Beziehungen zwischen Auflauf- und Entwicklungsrhythmus der Kartoffelpflanze auf der einen und der Eiablage auf der anderen Seite lieferten auch die Versuche von Schaper, in denen er einige Reichssorten zu verschiedenen Terminen auspflanzte. Schaper fand, daß die stärkste oder geringste Ernteeinbuße der Intensität des Fraßschadens nicht immer entspricht. „Wiederholt zeigt starker Fraß noch höheren Ertrag bei einer späten Auspflanzung, obgleich dieselbe Sorte, zu einem früheren Termin gepflanzt, schwer geschädigt wird. Die Gründe sind in der Schnelligkeit der Pflanzenentwicklung bei verschiedenen Pflanzterminen zu suchen."

Entsprechend der auf Laboratoriumsuntersuchungen eingestellten Arbeitsweise beschränkte sich 1938 die Arbeit von Sellke im Feldlaboratorium Ahun darauf, im Freilandverhalten unterschiedliche Kartoffelsorten auf ihr Verhalten gegen Larven im Zwangsfütterungsversuch zu prüfen. Es stellte sich, wie erwähnt, heraus, daß alle Kulturkartoffelsorten anfälliges Laub besitzen. Dabei können im Freilande deutliche Befalls- und Schädigungsunterschiede bestehen, wie das Beispiel einer Fraßbonitierung verschiedener Sortenparzellen aus dem Sommer 1939 (s. S. 17) zeigt.

Besondere Versuche haben gezeigt, daß die Larven im Zwangsfütterungsversuch zwischen gesundem und mosaikkrankem Laub (Sorte Aal) keinen Unterschied machen, sondern bei völlig gleichem Verhalten dieselben Laubmengen verzehren. Auf dem Felde erliegen viruskranke Stauden jedoch immer besonders leicht dem Schädling. Das mag mit der mangelnden Vitalität viruskranker Stauden, insbesondere mit ihrem verminderten Regenerationsvermögen zu erklären sein.

## V. Die Regenerationsfähigkeit als Selektionsmerkmal

Schon lange weiß man, daß die Kartoffelbestände unter Hagelschlag in recht verschiedenem Ausmaße leiden können. Zum Teil erklärt sich diese Tatsache aus der unterschiedlichen Regenerationsfähigkeit der Pflanzen, die je nach Sorte und Entwicklungszustand der Stauden ganz erheblich variieren kann. Wie oft ist man schon überrascht gewesen, wenn man ein Kartoffelfeld, das kurz nach dem Unwetter wie gewalzt erschien, einige Wochen

[1]) Schaper (12).

später besichtigte und feststellen konnte, daß die Stauden sich wieder aufgerichtet hatten und die abgeschlagenen Sprosse durch neue ersetzt waren. Schließlich war bei der Ernte kaum noch etwas von den Hagelschäden zu verspüren.

Es lag daher nahe, einmal die Regenerationsfähigkeit der Kartoffelstauden in Abhängigkeit von Sorte und Entwicklungszustand vergleichend zu untersuchen, um so auch zu ermitteln, welche Sorten am ehesten in der Lage sind, nach einem Massenbefall durch den Kartoffelkäfer die hervorgerufenen Amputationsschäden wieder „auszuwachsen". Von derartigen Untersuchungen konnte man erwarten, auch dafür einen Anhalt zu erhalten, ob es sich für die praktische Züchtung lohnt, bei den Selektionsarbeiten das Merkmal „Regenerationsfähigkeit" mit zu berücksichtigen.

Haupt (7) hat als erster im Jahre 1938 derartige Beobachtungen an 18 deutschen Sorten angestellt. Da die Versuche in Deutschland zur Durchführung gelangten, und da außerdem „rekonstruierbare" Versuchsbedingungen geschaffen werden sollten, wurden die Stauden „künstlich" verstümmelt, d. h. die Fraßschäden, die der Schädling verursacht, wurden durch Rückschnitt der Stauden „nachgeahmt". In der Wahl des Zeitpunktes und in der Art der Durchführung der Verstümmelung lehnte man sich den bei natürlichen Käferbefall gegebenen Verhältnissen an. Folgende Behandlungsweisen wurden gewählt (vgl. Haupt, 7, S. 70):

I. Vom 20. Tage nach dem Auflaufen der Stauden ab wurden an jedem 2. Tage etwa 10% der Blattmasse entfernt, so daß die Pflanzen am 40. Tage restlos kahl waren.
II. Am 30. und 40. Tage wurden je 50% der Blätter entfernt.
III. Am 40. Tage wurden die Blätter vollständig entfernt.
IV. Vom 50. Tage nach dem Auflaufen der Stauden an wurden an jedem 2. Tage 10% der Blätter abgenommen.
V. Am 60. und 70. Tage wurden je 50% der Blattmasse entfernt.
VI. Am 70. Tage wurden sämtliche Blätter entfernt.
VII. Zum Vergleich dienten Parzellen, auf denen die Pflanzen unbehandelt blieben.

Die Ergebnisse, die Haupt bei 5 Sorten auf der Anbaustation Hasenberg (Ostpreußen) erzielte, mögen in der folgenden Tabelle mitgeteilt werden:

| Sorte | Erträge in % der Kontrolle (VII) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| Frühmölle . . | 36 | 41 | 63 | 63 | 83 | 114 | 100 |
| Industrie . . | 36 | 43 | 36 | 68 | 91 | 101 | 100 |
| Parnassia . . | 45 | 53 | 54 | 60 | 79 | 94 | 100 |
| Wohltmann . | 36 | 54 | 57 | 35 | 91 | 99 | 100 |
| Ackersegen . . | 39 | 68 | 72 | 60 | 81 | 99 | 100 |

In der Originalarbeit teilt Haupt auch den Anteil großer und kleiner Knollen an der Ernte mit. Am ungünstigsten war das Verhältnis (d. h. der Anteil kleiner Knollen war relativ groß) nach Behandlung I. Auffällig ist aber noch bei der Sorte „Wohltmann" das relativ starke Absinken des Ertrages nach Behandlung IV. Auch sonst schnitt „Wohltmann" im Vergleich zu den anderen Sorten etwas schlechter ab. Doch reichen leider die angegebenen Zahlen nicht aus, um ein sicheres Urteil bilden zu können. Bei der großen Variabilität der Ertragsfähigkeit der einzelnen Stauden müssen wir offen lassen, ob es sich bei diesem Versagen der „Wohltmann" um einen

„Zufall“ handelte. Eine Wiederholung könnte unter Umständen ein ganz anderes Bild liefern.

Die größten Unterschiede zwischen den Sorten hatten sich aber nach 100 prozent. Verstümmelung der 40 Tage alten Stauden (Serie III) ergeben. Daher wurde bei einem Versuch, den wir im Jahre 1939 unter Zugrundelegung einer ähnlichen Fragestellung im Eichhof (Pommern) durchführten, nach annähernd gleicher Vegetationszeit der Stauden (Ende Juli) eine ebenfalls 100 prozent. Verstümmelung der Pflanzen vorgenommen. Folgende Fragen sollten bei diesem Versuch beantwortet werden:

1. Lassen sich, was die Ertragsfähigkeit anbelangt, zwischen der „Reaktion der Sorten auf Kahlfraß“ gesicherte Unterschiede ermitteln?
2. Bestehen, wenn wir eine größere Anzahl von Sorten in den Vergleich einbeziehen, gesicherte Beziehungen zwischen der Ertragsfähigkeit unbehandelter Stauden und dem relativen Ertragsverlust, der nach Verstümmelung der Pflanzen festzustellen ist?
3. Besteht zwischen der Reifezeit der Sorten und ihrer Regenerationsfähigkeit, gemessen an dem Ertrag verstümmelter Pflanzen, eine gesicherte Beziehung, auf Grund deren man den Anbau bestimmter Reifegruppen in dem vom Kartoffelkäfer besonders gefährdeten Gebieten empfehlen müßte?

Als Versuchsobjekt dienten 62 BRA-Sorten, die bei den Versuchen zur Züchtung phytophthorawiderstandsfähiger Sorten angefallen waren. Unter ihnen waren Formen mit geringer bis höchster Ertragsfähigkeit vertreten. Die Auspflanzung erfolgte Mitte Mai. Von jeder Sorte standen 30 Pflanzen zur Verfügung. Bei der einen Hälfte wurde am 30. Juli das Kraut dicht über dem Erdboden abgeschnitten; die andere Hälfte diente als Kontrolle. Nach dem Absterben des Krautes (bei den meisten Sorten blieben bis Ende Juli verstümmelte Pflanzen länger grün) wurde von jeder Staude das Knollengewicht und die Ertragsdifferenz zwischen „Behandelt“ und „Unbehandelt“ ermittelt.

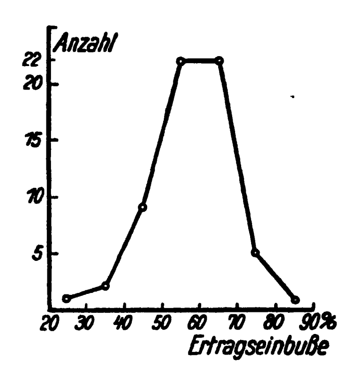



Abb. 13. Variabilität des relativen Ernteverlustes (%) von 62 BRA-Sorten nach Entlaubung

Das durch die Verstümmelung verursachte Ertragsdefizit variierte bei den 62 Sorten in weiten Grenzen. Benutzte man die auf den Ertrag der „unbehandelten“ Pflanzen (= 100) umgerechnete Ertragseinbuße als Bewertungsmaßstab, so ergaben sich als Grenzwerte die Zahlen 22 und 82 %. Das Diagramm in Abb. 13 soll dieses noch näher veranschaulichen. Die Unterschiede der relativen Ertragsverluste waren bei einer ganzen Reihe von Sorten gesichert, z. B.:

| Sorte | Absol. Ertrag (in g/Staude) | | Relative Ertragseinbuße | D ± m |
|---|---|---|---|---|
| | verstümmelt | Kontrolle | | |
| BRA 3/31 . . . | 172 ± 29 | 976 ± 71 | 82 ± 7,8 % | 60 ± 16,4 % |
| BRA 36/33 . . . | 588 ± 54 | 756 ± 77 | 22 ± 12,4 % | |

Damit wäre die erste Frage positiv beantwortet. Dagegen war es uns nicht möglich, an Hand des vorliegenden Materials den Nachweis zu liefern, daß eine Beziehung zwischen der Ertragsfähigkeit der unbeschädigten Pflanzen und der Ertragseinbuße besteht, die die verstümmelten Stauden aufzuweisen

hatten. Mit Tabelle 14 soll dieses belegt werden. Der Korrelationskoeffizient, der sich aus den ermittelten Zahlen errechnen läßt, beträgt nur 0,007. Hieraus ergibt sich, daß der Züchter, wenn er auf das Ziel „Möglichst hohe Regenerationsfähigkeit" lossteuert, nicht zu befürchten hat, daß mit steigender Regenerationsfähigkeit die Ertragsfähigkeit absinkt.

Tabelle 14
Korrelation „Absoluter Ertrag unversehrter Stauden — Relativer Ernteverlust (%) der verstümmelten Pflanzen"

| | (%) | Absoluter Ertrag 250 | 350 | 450 | 550 | 650 | 750 | 850 | 950 | 1050 | 1150 | 1250 | 1350 | 1450 | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rel. Einbuße | 25 | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| | 35 | — | — | — | 1 | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | 2 |
| | 45 | — | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | — | 1 | — | — | — | — | — | 9 |
| | 55 | 1 | — | 1 | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 | — | — | 1 | 21 |
| | 65 | 1 | — | 2 | 1 | 6 | 6 | 2 | 1 | 1 | 1 | — | — | — | 21 |
| | 75 | — | — | — | 1 | 3 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 5 |
| | 85 | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | 1 |
| | n | 2 | 1 | 4 | 9 | 12 | 13 | 7 | 6 | 3 | 2 | — | — | 1 | 60 |

Dagegen ergaben sich bei dem gewählten Verstümmelungstermin deutliche Beziehungen zur Reifezeit. Diese variierte zwischen „Mittelfrüh"[1]) und „Extrem spät"[2]), und es zeigte sich, daß im Durchschnitt die Ertragseinbuße infolge der Verstümmelung um so größer war, je später die Sorten normalerweise abreiften (Tabelle 15). Doch kann der Entwicklungsrhythmus,

Tabelle 15
Korrelation „Reifezeit — Relative Ertragseinbuße"
$r = 0{,}492 \pm 0{,}096$

| | (%) | Reifeklasse Mittelfrüh → Extrem spät: 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rel. Einbuße | 85 | — | 1 | — | — | — | — | 1 |
| | 75 | — | — | 1 | — | 1 | — | 2 |
| | 65 | 1 | 5 | 2 | 1 | — | — | 9 |
| | 55 | 1 | 2 | 9 | 3 | 6 | 1 | 22 |
| | 45 | — | — | 3 | 6 | 12 | 1 | 22 |
| | 35 | — | — | — | 3 | 2 | — | 5 |
| | 25 | — | — | — | 1 | — | — | 1 |
| | n | 2 | 8 | 15 | 14 | 21 | 3 | 62 |

soweit er allein in der Vegetationsdauer zum Ausdruck gelangt, nicht das einzige Relationsmerkmal sein. Das geht aus der Tatsache hervor, daß man innerhalb ein und derselben Reifegruppe Differenzen feststellen kann, die außerhalb der Fehlergrenzen liegen, z. B.:

| Sorte | Reifezeit | Absol. Ertrag (in g/Staude) verstümmelt | Kontrolle | Relative Ertragseinbuße | D ± m |
|---|---|---|---|---|---|
| BRA 3/31 . . . | mittelspät bis spät | 172 ± 29 | 976 ± 71 | 82 ± 7,8 % | 41 ± 10,4 % |
| BRA 11/33 . . . | | 418 ± 23 | 702 ± 42 | 41 ± 6,8 % | |

[1]) Abreifen des Krautes in Pommern gegen Ende August.
[2]) Die Stauden bei Eintritt der Herbstfröste noch vollkommen grün.

Ob die Überlegenheit der Sorte BRA 11/31 auf einer besonderen Regenerationsfähigkeit im engeren Sinne — d. h. einer besonders schnellen „Wiederbelaubungsfähigkeit" — beruht, kann allerdings nicht entschieden werden, da bei Ausbruch des Krieges keine in dieser Richtung gehenden Ermittlungen mehr angestellt werden konnten. Auf jeden Fall verlohnt es sich aber nach diesen Befunden und im Hinblick auf die Züchtung von „käfertoleranten" Sorten der im Sortencharakter begründeten Regenerationsfähigkeit weiterhin Aufmerksamkeit zu schenken. Vor allem wäre zu klären, ob die Unterschiede in der Reaktion der Sorten gegenüber der Verstümmelung an verschiedenen Anbaustellen und in den verschiedenen Jahren gleichsinnig bleiben.

## VI. Rückblick

Rufen wir uns noch einmal die Situation in das Gedächtnis zurück wie sie vor fünf Jahren herrschte, als die Trouvelotsche Entdeckung von der Käferfestigkeit einiger mit der Kulturkartoffel kreuzbarer Solanumarten weite Kreise der deutschen Kartoffelzüchtung bewegte! Damals ließen günstige Erfahrungen, die man bei den Versuchen zur Züchtung phytophthoraresistenter Kartoffelsorten mit Hilfe von Spezieskreuzungen gemacht hatte, manchen Züchter hoffen, daß die Erzielung käferfester und kulturwürdiger Kartoffelsorten in relativ kurzer Zeit erreicht werden würde. Hierin wurde man noch durch die Tatsache bestärkt, daß die $F_1$-Generation der Verbindung *Demissum* × *Tuberosum* ein intermediäres Verhalten in bezug auf Käferfestigkeit besaß. Aber schon im Jahre 1937 trat der Rückschlag ein. Man mußte leider feststellen, daß die Käferfestigkeit schon in der $F_2$- und in der ersten Rückkreuzungsgeneration ($F_2'$) so weit verloren ging, daß kaum noch ein Einfluß des *Demissum*-Großelters zu verspüren war.

Die Situation hat sich bis heute nicht geändert. Wie wir aber oben schon angeführt haben, ist mit diesem im Hinblick auf das züchterische Ziel wenig günstigen Ergebnis das Problem auch im negativen Sinne noch nicht geklärt. Vor allem ist unter Ausnutzung eines früh im Laufe der Züchtung anwendbaren Ausleseverfahrens ein großes Selektionsmaterial ($F_2$- und $F_2'$-Familien) auf das Vorhandensein von „fraßwiderstandsfähigen" Sorten durchzukämmen. Diese Arbeit wird Jahre erfordern, und erst, wenn viele Tausende von solchen Formen durchgeprüft worden sind, wird man sich ein endgültiges Urteil bilden können. Es liegt auf der Hand, daß eine sicher arbeitende Selektionsmethode die unerläßliche Bedingung zur Erreichung dieses Zieles ist. Daher erscheint uns die während der Jahre 1937—1939 geleistete methodische Vorarbeit auch im Hinblick auf diesen Punkt besonders wertvoll zu sein.

Auf keinen Fall hat es aber heute noch einen Sinn, bei den Selektionsarbeiten die Aufspaltungen oder Rückkreuzungen höheren Grades ($F_3$, $F_4$, bzw. $F_3'$, $F_4'$) in die Untersuchung einzubeziehen. Will also der praktische Züchter mit Hilfe einer einfachen Spezieskreuzung sein Heil in der Züchtung käferfester Sorten versuchen, so ist ihm dringend zu empfehlen, ein möglichst breites $F_2$- bzw. $F_2'$-Sortiment aufzubauen, wobei er, damit der Umfang der zu erhaltenden Zuchten nicht ins Uferlose gerät, scharf auf Ertragsfähigkeit, kurze Stolonen, nicht zu späte Reifezeit usw. selektionieren müßte. Erst wenn er einige Tausende solcher relativ guter $F_2$- und $F_2'$-Formen beisammen hat, lohnt es sich, nach einem käferfesten Typus zu fahnden, falls überhaupt die Rekonstruktion der Käferfestigkeit in der $F_2$ möglich ist. Eine solche Form müßte dann auch gleichzeitig einen guten Teil der Eigenschaften

haben, über die eine Kartoffelsorte verfügen muß, wenn sie überhaupt einen Wert als Kulturkartoffel besitzen soll.

Angenommen, es wäre auf diesem Wege das Ziel nicht zu erreichen! Ist dann die Flinte schon ins Korn zu werfen? Unseres Erachtens nicht! Denn einerseits könnte man auf dem Umwege über *Demissum* × *Tuberosum*-Formen, deren Chromosomenzahl in der $F_2$ auf $2n = 24$----36 herabreguliert worden ist, die Synthese einer käferfesten Form anstreben und diese später mit Hilfe der Kolchizin-Methode wieder auf eine höhere Valenzstufe bringen. Oder man könnte auch — gewissermaßen auf dem entgegengesetzten Wege die Züchtung einer käferfesten Kulturform versuchen, indem man die Käferfestigkeit durch Kreuzung des *Solanum demissum* mit einer oktoploiden Tuberosumform in unsere Kulturkartoffel einzubauen versucht. Die Herstellung oktoploider Tuberosumformen ist nach den Angaben von Stelzner, die er im Sommer 1940 in seinem Vortrag auf der Deutschen Pflanzenbaulichen Reichstagung in Breslau machte[1]), durchaus möglich. Die Zukunft wird erweisen, welcher dieser Wege beschritten werden kann und welche Ergebnisse hiermit zu erzielen sind.

Nun hat man sich schon in einer gewissen Selbstbescheidung damit getröstet, daß nicht selten Formen, die im Zwangsfütterungsversuch keine Unterschiede gegenüber unseren Kultursorten aufgewiesen hatten, sich auf dem Felde als „resistent" gezeigt haben, d. h. nicht von dem Käfer in nennenswertem Maße geschädigt worden sind. An diesen Befund bestimmte Hoffnungen zu knüpfen und hierauf die ganze weitere Züchtungsarbeit aufzubauen, erscheint uns aber nicht ratsam. Denn wir wissen ja noch nicht, ob solche Formen auch unter veränderten Anbauverhältnissen so gut durchstehen wie auf dem Versuchsfelde in Mittelfrankreich; auch ist nicht geklärt, worauf diese „Feldresistenz" beruht. Daß auch manche Kultursorten gelegentlich das günstige Bild der Feldresistenz zeigen können, hatten wir schon auf S. 212 erwähnt. Sollte sich wirklich bei solchen Formen die „Feldresistenz" auf Grund langjähriger Anbauversuche in stark verseuchten Gebieten bestätigen, so wäre dem praktischen Züchter zu empfehlen, sich vorerst auf die Züchtung solcher „feldresistenten" Formen mit Hilfe von Kultursorten zu beschränken, weil hier der Einsatz von Geld und Arbeitskraft bedeutend geringer als bei der züchterischen Bearbeitung von Artbastarden ist.

Nun könnte man uns mit Recht entgegenhalten, daß die enttäuschenden Ergebnisse, die wir bei *Demissum-Tuberosum*-Verbindung in der Züchtung käferfester Sorten aufgewiesen haben, noch nicht besagen, daß auch andere Artkreuzungen, an denen *Tuberosum* beteiligt ist, versagen müßten. Hat doch Schaper mit einigen *Chacoense*-Formen Erfolge erzielt, die vielleicht zu den besten Hoffnungen berechtigen! So berichtet er (13) von 10 im Freiland und im wiederholten Stecklingsversuch für resistent befundenen Stämmen der Kreuzung *S. chacoense* × *S. tuberosum*, auf denen Sterblichkeitsziffern zwischen 57,3 und 70% erzielt wurden.

Leider gibt Schaper nicht die Sterblichkeit in den zugehörigen Kontrollversuchen mit Kulturkartoffellaub an. Schlußfolgerungen aus dem Verhalten der erwähnten *Chacoense*-Bastarde lassen sich daher schwerlich ziehen, zumal noch von 12 anderen Formen die Rede ist, die im Zwangsfutterversuch eine zwischen 58,3 und 90% liegende Sterblichkeitsziffer zeigten, jedoch im Freiland versagten. Immerhin soll es nach Schaper möglich sein, widerstandsfähige Wildelterntypen innerhalb der Art *S. chacoense* auszulesen; so beurteilt er z. B. die Herkunft *Siambon* von *S. chacoense* als

[1]) Inzwischen veröffentlicht (Züchter 1941, **13**, 121–128).

relativ resistent. Kreuzungen der Kulturkartoffel mit dem ausgelesenen resistenten Chacoensestamm könnten nach seiner Vermutung zu noch günstigeren Ergebnissen führen. Auch bei Bastarden *S. acaule* × *S. tuberosum* traten nach Schapers Bericht 7 Stämme auf, die bei 55,7 bis 61,2% Sterblichkeit im Laborversuch an Stecklingen auch ein günstiges Freilandverhalten zeigten. Bei anderen Stämmen gab es nach Schaper aber auch etwa in den gleichen Grenzen schwankende Sterblichkeitsziffern (54,7—67,1%), obwohl die betreffenden Formen sich im Freiland als anfällig erwiesen hatten.

Man könnte noch an die Kombination des *Solanum tuberosum* mit anderen widerstandsfähigen Wildarten denken. Wie Tabelle 5 lehrt, sind aber leider bei den übrigen bis jetzt als widerstandsfähig erkannten Vertretern aus der Sectio *Tuberarium* Kreuzungen mit der Kulturkartoffel noch nicht gelungen. Und wenn sie einmal gelingen sollten, so steht auch noch aus, ob sie nicht das gleiche enttäuschende Ergebnis wie die Verbindung *Demissum* × *Tuberosum* liefern. Solche Überlegungen dürfen uns aber nicht mutlos machen; sie dürfen uns nicht abhalten, die Versuche zur Züchtung käferfester Sorten fortzusetzen. Denn der Gewinn, der uns winkt, ist zu groß, als daß wir schon jetzt „die Flinte ins Korn werfen" dürften. Im Gegenteil, er muß uns ein Ansporn sein.

## VII. Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Die Methoden zur Bestimmung der „Laubwiderstandsfähigkeit" von wilden *Solanum*-Arten und deren Kreuzungen mit kultivierten Kartoffelsorten werden kritisch untersucht. Das zur Prüfung hauptsächlich angewandte Verfahren der Zwangsfütterungsversuche in Hygrostaten ist zuverlässig, denn

a) es liefert Ergebnisse die denen von Fütterungsversuchen an unverstümmelten Pflanzen entsprechen,

b) Fehler, die in dem Turgorzustand der den Larven dargereichten Blätter begründet liegen, sind nicht zu befürchten,

c) es liefert Ergebnisse, die dem Verhalten der Pflanzen im Freiland entsprechen, was in der positiven Korrelation zwischen der Fraßkennziffer im Zwangsfutterversuch und der Fraßschädigung im Freiland, ferner in der negativen Korrelation zwischen der Sterblichkeit der Larven bei Fütterung mit dem Laub der Zuchtstämme und ihrem Schädigungsgrad im Freiland zum Ausdruck gelangt.

2. Die Untersuchungsergebnisse über die Eignung wilder Solanumarten als Nahrung für Kartoffelkäferlarven werden kritisch behandelt. Für *Solanum demissum* ergibt sich:

a) Die meisten Stämme von *S. demissum* sind als Nährpflanzen wenig geeignet, sind also hochgradig widerstandsfähig gegen Larven des Kartoffelkäfers. Einige abweichende Stämme sind erwähnt.

b) Ältere Larvenstadien ($L_3$ und $L_4$) und Vollkerfe des Koloradokäfers sind weniger empfindlich gegen eine einseitige Ernährung mit Laub von *S. demissum* als das $L_1$-Stadium. Die Annahme, daß die Widerstandsfähigkeit des Demissumlaubes gegen die Larven des Schädlings auf einer toxischen Wirkung beruht, ist noch nicht bewiesen.

3. Die $F_1$-Generation *S. demissum* × *S. tuberosum* nimmt in bezug auf ihre Eignung als Nahrung der Kartoffelkäferlarven eine intermediäre Stellung zu den Elternarten ein. Die Variabilität der $F_1$-Stämme in bezug auf die Resistenz ist außerordentlich groß. Es bestehen Unterschiede im durchschnittlichen Verhalten der verschiedenen $F_1$-Familien.

4. In der Aufspaltung der $F_1$-Generation ($F_2$- bzw. $F'_2$) wurde bisher kein Stamm festgestellt, dessen Resistenz der des Demissumelters oder der Demissum-Tuberosum-$F_1$ gleichkommt. Die $F'_2$-Generation zeigt keine Unterschiede gegenüber der $F_2$ und *S. tuberosum*.

5. Es wird ein Frühselektionsverfahren beschrieben, mit dessen Hilfe ein umfangreicheres Sämlingsmaterial auf Kartoffelkäferfestigkeit geprüft werden kann als mittels der Hygrostatenmethode.

6. Die bisherigen Erfahrungen an Kultursorten über die Abhängigkeit des Fraßschadens im Freiland vom Entwicklungsrhythmus und von der Reifezeit der Sorten werden zusammengestellt. Ein Verstümmelungsversuch an BRA-Sorten ergab, daß die relativen Ernteeinbußen durch Entlaubung um so größer sind, je später die Sorten reifen. Zwischen der Ertragsfähigkeit der Sorten und ihrem relativen Ertragsdefizit, hervorgerufen durch Verstümmelung, besteht keine Beziehung.

## Schrifttum


1. Batchelder, C., Fluctuations in the distribution of the Colorado Potato Beetle. Journ. Agr. Res. 1925, **31**, 541—547.
2. Bukasov, S. M., The Potatoes of South America and their Breeding Possibilities. Bull. Appl. Botany. Leningrad 1933. Suppl. **58**, 1—146.
3. — — Die Selektion der Kartoffel. in: Theoretical Bases of Plant Breeding. Herausgegeben von Vavilov 1937, **5**, 3—75.
4. Comptes rendus de la IVième Conférence du Comité International pour l'étude en commun de la lutte contre le Doryphore. Waageningen, les 2, 3 et 4 février 1939. Versl. Med. Plantenziekt. Dienst No. 94, 1—95.
5. Feytaud, J., Schwartz, M. et Trouvelot, B., Un exemple de collaboration internationale pour l'étude en commun de la lutte contre le Doryphore. La recherche de Solanées résistantes. Rev. Zool. Agr. 1938, No. 5, 65—68.
6. Haupt, W., Züchterische Maßnahmen zur Bekämpfung des Kartoffelkäfers. Mitt. Landw. 1936, **51**, 877—878.
7. — — Bericht über die Ergebnisse der im Jahre 1937 durchgeführten Versuche zur Ermittlung des Regenerationsvermögens an Kartoffelsorten. Mitt. BRA 1938, **58**, 69—76.
8. Norden, E., Untersuchungen über den Entwicklungsrhythmus von Kartoffelsorten verschiedener Reifezeit. Ldw. Jb. 1929, **69**, 643—692.
9. Die Petunien und der Koloradokäfer. Nr.-Blatt Dt. Pfl.-Schutzdienst 1933, Nr. 12, 106.
10. Raucourt, M. et Trouvelot, B., Les principes constituants de la pomme de terre et le Doryphore. Réactions d'ordre sensitif chez la larve. Ann. Ep. T. II, 1936, 51—98.
11. Renner, O., Artbastarde bei Pflanzen. Handbuch der Vererbungswissenschaft II A. 1929.
12. Schaper, P., Das Verhalten verschiedener Wildspezies gegen den Kartoffelkäfer. Das Verhalten der wichtigsten Kultursorten gegen den Kartoffelkäfer im freien Befall. Mitt. BRA 1938, **58**, 55—67.
13. — — Arbeiten und Probleme zur züchterischen Bekämpfung des Kartoffelkäfers. I. Ergebnisse der Prüfung deutscher Kultursorten auf das Verhalten gegen den Kartoffelkäfer im freien Befall. — II. Untersuchungen über das Verhalten verschiedener Solanumarten gegen den Kartoffelkäfer. — III. Resistenz und Anfälligkeit verschiedener Hybriden der Gattung Solanum gegen den Befall und Fraß des Kartoffelkäfers. Zs. f. Pflanzenzüchtung 1939, **23**, 239—322.
14. Schwartz, M., Stand und Aussichten der Kartoffelkäferbekämpfung. Forschungsdienst. Herausgegeben v. d. Reichsarbeitsgemeinschaft der Landbauwiss. Neudamm 1938, 266 bis 270.
15. Schwartz, M. und Müller-Böhme, H., Untersuchungen über die Kartoffelkäfer-Widerstandsfähigkeit von Kartoffelwildformen und von Kreuzungen solcher Wildformen mit Kulturformen. Mitt. BRA 1938, **58**, 47—60.
16. Sellke, K., Die Unterschiede in der Anfälligkeit verschiedener Kartoffelarten und Kartoffelsorten gegenüber dem Kartoffelkäfer. Nr.-Blatt Dt. Pfl.-Schutzdienst 1936, Nr. 12 (Referat), 113—114.
17. — — Neuere Untersuchungen über Fragen der Biologie nnd Physiologie des Kartoffelkäfers. Referat. Ebenda 1938, Nr. 5, 37—39.
18. — — Über im Sommer 1938 im Kartoffelkäfer-Feldlaboratorium Ahun (Frankreich) durchgeführte Versuche zur Prüfung von Hybriden auf Kartoffelkäfer-Widerstandsfähigkeit. Arbeiten BRA 1939, **23**, 1—20.

19. Trouvelot, B., Lacotte, Dussy et Thénard, Observations sur les affinités trophiques existant entre les larves de *Leptinotarsa decemlineata* et les plantes de la famille des Solanées. C. r. Acad. Sc. 1933, **197**, 273–275.
20. Dieselben, Les qualités élémentaires des plantes nourricières du *Leptinotarsa decemlineata* et leur influence sur le comportement de l'insecte. Ebenda 1933, **197**, 355—356.
21. Trouvelot, Lacotte et Thénard, Observations sur le comportement du Doryphore en présence de pétunias et d'autres Solanées. C. r. Acad. Fr. 1933.
22. Trouvelot, Raucourt et Castets, Remarques su le mode d'action physiologique des principes actifs de *Solanum tuberosum* envers les larves de *Leptinotarsa decemlineata*. C. r. Acad. Sc. 1934, **199**, 684–686.
23. Trouvelot, Dixmeras et Grison, Variabilité de l'attaque du Doryphore sur diverses *Solanées tubérifères*. C. r. Acad. Agr. 1935, **4**. 1—7.
24. Trouvelot, B. et Grison, P., Variations de fécondité du *Leptinotarsa decemlineata* Say. avec les *Solanum tubérifères* consommés par l'insecte. C. r. Acad. Sc. 1935, **201**, 1053—1054.
25. Trouvelot, Grison et Dixmeras, Remarques sur les différences d'attaque par le Doryphore de variétés courantes de pomme de terre. C. r. Acad. Fr. 1936, 1–5.
26. Trouvelot, B., Le Doryphore et la culture des Pommes de terre de primeur. Bull. Soc. Nat. d'Hort. Fr. 1936.
27. Trouvelot, B. et Busnel, R., Modifications du rhythme des battements cardiaques chez les larves du Doryphora (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), suivant les Solanum dont elles se nourissent. C. r. Acad. Sc. 1937, **205**, 1171—1173.
28. Trouvelot, Dixmeras, Grison et Lacotte, Remarques sur les rapports biologiques entre le Doryphore et diverses variétés de pomme de terre. Rev. Path. Vég. 1937, 32–38.
29. Trouvelot, B., Müller-Böhme, H. et Lacotte, Remarques sur le comportement du Doryphore, *Leptinotarsa decemlineata* Say., sur des hybrides *Solanum demissum — Solanum tuberosum*. Rev. Path. Vég. 1938.
30. Trouvelot, B., Les phénomènes de resistances naturelle des plantes aux attaques des insectes et essai de leur utilisation pour la lutte contre le Doryphore. Verh. VII. Int. Kongr. Ent. IV, 2726—2730. Berlin 1938.
31. Stelzner, G. und Lehmann, H., Kartoffel, *Solanum tuberosum* L. In Handbuch der Pflanzenzüchtung. Herausgeg. v. Th. Roemer und W. Rudorf. Berlin 1939, **4**, 96–176.

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle

# Möglichkeiten der Steigerung der Eiweißleistung bei Luzerne durch Züchtung auf hohen Eiweißgehalt*)

Von

**Erich Panse**

(Mit 6 Abbildungen)

**Inhalt:** A. Einleitung. — B. Material und Methodik. 1. Herkunft des Materials und seine bisherige züchterische Bearbeitung. 2. Anlage des Zuchtgartens und Art des praktischen Zuchtganges. 3. Auswahl und Umfang des Materials für die Untersuchungen. 4. Beurteilung des Materials. 5. Untersuchungsmethodik. — C. Eiweißproblem bei Luzerne. I. Hohe Eiweißertragsleistung möglich durch 1. Herkunftswahl. 2. Züchtung. II. Besprechung der Untersuchungsergebnisse: 1. Größe und Ursache der Schwankungen — absolut und mittels Variationskoeffizienten — in: a) Rohproteingehalt; b) Pflanzenertrag und Eiweißertrag. 2. Vergleich von 1a und 1b in graphischen Darstellungen. 3. Untersuchungen an Blättern, Stengeln und Blüten. 4. Korrelationen, ihr Wert und Art der Berechnung. a) Prüfung der Konstanz des Materials in verschiedenen Jahren und Schnitten; b) Züchterisch wichtige Korrelationen; c) Korrelationen zwischen Samenertrag einerseits und Eiweißgehalt, Pflanzen- und Eiweißertrag andererseits. III. Vererbung von Eiweißgehalt und Pflanzenertrag. IV. Folgerungen für die praktische Züchtung. — D. Zusammenfassung. Literaturverzeichnis.

## A. Einleitung

Die Erkenntnis, daß die Luzerne eine unserer wichtigsten eiweißertragreichen Futterpflanzen des Feldrauhfutterbaues ist, hat eigentlich erst nach dem Weltkrieg in steigendem Maße in der deutschen Landwirtschaft Platz gegriffen. Dies zeigen die Zahlen der Anbaustatistik (56):

| Erhebungsjahr | Flächen in ha Luzerne | Klee |
|---|---|---|
| 1878 | 232 805 | 1 919 223 |
| 1913 | 251 024 | 1 987 384 |
| 1913 abzügl. der durch den Weltkrieg verlor. Flächen | 210 731 | 1 711 613 |
| 1920 | 237 721 | 1 965 139 |
| 1930 | 299 567 | 1 766 504 |
| 1939 | 444 689 | 1 330 957 |

Bei einer Ackerfläche von 20 100 000 ha (Altreich) beträgt somit heute der Anteil der Luzernefläche etwa 2,2%, der der Kleefläche etwa 6,6%.

Verfolgt man die Entwicklung in den Zeitabschnitten vor und nach 1920, so kann man feststellen, daß von 1878—1920 keine wesentliche Veränderung des Anbauverhältnisses von Luzerne und Klee eingetreten ist. Demgegenüber ist nach dem Weltkrieg ein von Jahr zu Jahr stetig zu-

*) D 3

nehmender Luzernebau nachweisbar – bis 1939 beinahe 100% —, während die Kleefläche bis zum gleichen Zeitpunkt um etwa $^1/_8$ zurückgegangen ist. Die hierfür maßgeblichen Gründe können an dieser Stelle nicht im einzelnen erörtert werden, jedoch ist sicherlich die Vergrößerung der Luzernefläche zum Teil auf Kosten der Kleefläche erfolgt.

Es wäre vollkommen falsch, den Klee in den Gebieten mit höheren Niederschlagsmengen — über 600 mm —, die für ihn die optimalen Wachstumsbedingungen aufweisen, durch Luzerne verdrängen oder ersetzen zu wollen. Die durch die hohe Feuchtigkeit bedingte Gras- und Unkrautwüchsigkeit dieser Böden macht einen lohnenden Luzernebau unmöglich. Hier wird der Klee immer überlegen sein, während er unter anderen für Luzerne günstigen Bedingungen — Gebiete mit Niederschlagsmengen unter 600 mm — stets unterlegen sein wird, wie nachfolgende Zahlen erkennen lassen:

| Heuart | (19) Verdauliches Rohprotein in % | Reichsdurchschnittsertrag 1932/1937 [1]) dz/ha | Verdauliches Rohprotein dz/ha |
|---|---|---|---|
| Luzerneheu . . . . | 13,5 | 62,7 | 8,45 |
| Kleeheu . . . . . . | 8,5 | 50,8 | 4,33 |
| Wiesenheu . . . . . | 5,4 | 41,9 | 2,23 |

[1]) Aus Wirtschaft u. Statistik 19. Jahrg. 1939, S. 676.

Es ist also möglich, über Luzerne etwa die doppelte Eiweißmenge wie über Klee und die vierfache wie über Gras zu ernten. Diese Tatsache spricht allein schon für eine größtmögliche Ausdehnung der Luzernefläche im Rahmen des Feldrauhfutterbaues, ganz abgesehen von den anderen hervorragenden Eigenschaften, wie hoher Vitamin- und Kalkgehalt (38, 60), und ihrer Bedeutung für die Fruchtfolge, insbesondere der Zuckerrübenwirtschaften.

Es muß jedoch nachdrücklich betont werden, daß diese hohe Leistung nur dann erzielt werden kann, wenn die notwendigen Vorbedingungen, wie intensive Kulturmaßnahmen, Bearbeitung mit Grubber oder Hackmaschine, richtige Sortenwahl, richtige Wahl der Schnittzeit und Häufigkeit der Schnittnahme (2, 26, 28, 51), genügend sorgfältig beachtet werden. Diese, sowie die nicht weniger wichtigen anbau- und erntetechnischen Fragen können heute für unsere deutschen Verhältnisse durch die wertvollen Untersuchungen von Klapp u. a. (3, 9, 36, 52, 59, 66) als weitgehend geklärt angesehen werden. Erst nach voller Auswertung dieser Forschungsergebnisse in dem Luzernebau werden die eigenen Untersuchungen über die Frage, ob eine weitere Steigerung der Eiweißleistung der Luzerne durch Züchtung auf hohen Eiweißgehalt möglich ist, nicht nur für den Züchter, sondern auch für die Praxis von Bedeutung sein können.

## B. Material und Methodik

### 1. Herkunft des Materials und seine bisherige züchterische Bearbeitung

Das Material für die vorliegenden Untersuchungen ist gleichen Ursprungs wie das von Dann (10) und Helmbold (18) benutzte: es entstammt einigen Luzernepflanzen (Medicago media) aus sehr alten Beständen der Würzburger Gegend. Diese wurden schon einige Jahre vor dem Weltkriege von Broili nach Bromberg gebracht. Das Material ist dort von 1914—1920 von Roemer vor allem auf Langlebigkeit ausgelesen worden. Die besten Auslesen gelangten dann 1920 auf dem Versuchsfeld der Pflanzen-

zuchtstation Halle zum Anbau und bildeten das Ausgangsmaterial für wissenschaftliche Untersuchungen und weitere züchterische Bearbeitung (10, 18).

Während zunächst Klonvermehrungen von Einzelpflanzen und deren geklonte Nachkommenschaften die züchterische Grundlage bildeten, zeigte es sich auch schon bei den Arbeiten von Dann, daß auf diesem Wege eine erschöpfende Auswertung der Mannigfaltigkeit des Zuchtmaterials nur bei größter räumlicher Ausdehnung möglich ist. Solche Klone als Nachkommenschaften eines Klons oder einer Einzelpflanze gewährleisten zweifellos bei wissenschaftlichen Untersuchungen eine größere Sicherheit der Ergebnisse. Bei Ermittlung des Mittelwertes je Klon können die Modifikationen der Einzelpflanzen in hohem Maße ausgeschaltet werden. Jedoch haben die Untersuchungen von Dann gezeigt, daß auch bei generativem Nachbau — einzelpflanzenweise — in den Nachkommenschaften deutliche, und zwar erbliche Unterschiede im Samenertrag erkennbar sind.

So wurde die Anlage von Klonparzellen im wesentlichen eingestellt, und der Nachdruck auf generative Vermehrung zunächst bester Klone und später vor allem bester Einzelpflanzen gelegt. Die einzelnen Nachkommenschaften oder Stämme sind Parzellen mit 50—100 Sämlingspflanzen. Nebenstehende schematische Skizze mag die derzeitige Anlage des Zuchtgartens veranschaulichen:

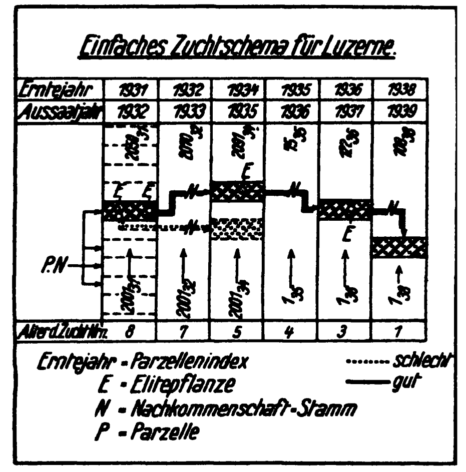



Abb. 1

## 2. Anlage des Zuchtgartens und Art des praktischen Zuchtganges

Die Anlage eines Zuchtgartens wird technisch so durchgeführt: Der Samen (je Einzelpflanze) wird in kleinen Tonschalen ausgesät, die kleinen Pflänzchen werden in Kästen, besser noch in Papp- oder Erdtöpfe pikiert und darin herangezogen, um dann bei genügend kräftiger Entwicklung nachkommenschaftsweise im Pflanzenverband 40 × 40 cm ins Freiland gepflanzt zu werden.

Die Art der Auslese ist aus dem Schema ersichtlich.

Im Jahre 1934 geernteter Samen von Elitepflanzen (E) aus den Parzellen mit Index$_{31}$ oder $_{32}$ lieferte 1935 Parzellen mit Index$_{34}$. 1936 geernteter Samen von besten Elitepflanzen mit Index$_{34}$ ergab bei der Fortführung der züchterischen Auslesearbeiten im Jahre 1937 Nachkommenschaften mit Index$_{36}$ usw.

So wurden in den einzelnen Jahren etwa 100—150 beste Elitepflanzen aus besonders guten, aber auch schlechteren Nachkommenschaften ausgelesen, mit dem Ziel: massenwüchsige, blattreiche und standfeste Formengemische zu entwickeln. Heute werden nur noch beste Pflanzen aus den leistungsfähigsten Stämmen ausgelesen. Es hat sich gezeigt — wie später noch näher ausgeführt wird —, daß, wie zu erwarten war, beste Pflanzen aus schlechten Stämmen keine hochwertigen Nachkommenschaften erbrachten.

Diese besten Elitepflanzen blühen frei ab, nachdem vor der Blüte das gesamte übrige Zuchtmaterial geschnitten worden ist. Die Tochtergenerationen sind also nicht aus reinen Selbstungen hervorgegangen, da bei

Med. media Selbst- und Fremdbefruchtung nebeneinander auftreten (10, 14, 16, 18). Es hat aber auch nicht eine völlige Durchkreuzung, sondern eine Bestandeskreuzung stattgefunden (45). Wenn diese früher also zwischen den phänotypisch besten Individuen genotypisch guter und auch schlechter Stämme stattfand, so wird heute eine Bestandeskreuzung phänotypisch bester Individuen aus genotypisch besten Stämmen angestrebt.

Neben der Auslese bester Elitepflanzen hat auch bei Luzerne die Prüfung der Nachkommenschaften (= Familien oder Stämme) für den züchterischen Erfolg entscheidende Bedeutung (42, 43, 44, 45).

### 3. Auswahl und Umfang des Materials für die Untersuchungen

Ein sehr vielseitiges, stammweise deutlich unterschiedliches Zuchtmaterial bildete die Grundlage für die zahlenmäßig sehr umfangreichen Untersuchungen vorliegender Arbeit. Alle in der Tabelle 1 zusammengestellten Stämme sind Tochter- bzw. Enkelgenerationen von Klonen mit Index$_{29}$, die im Zuchtschema (S. 231) nicht mit aufgeführt sind. Diese Klone wurden in den Jahren 1934 und 1935 erstmalig auf Eiweißgehalt untersucht. Die bei diesen Bestimmungen an 70 Klonen ermittelten erheblichen Unterschiede in Rohproteingehalt von 14,37 % bis 24,50 % der lufttrockenen Substanz gaben den Anstoß zur Durchführung dieser Arbeit. Die einzelpflanzenweise Aberntung und Rohproteinbestimmung der auf dieses Ursprungsmaterial zurückgehenden Stämme bzw. Elitepflanzen ermöglichte das Studium des Eiweißproblems bei Luzerne.

Tabelle 1

Übersicht über Art und Umfang des Materials

| Erntejahr | Schnitt | Anzahl Stämme | | | Anzahl Einzelpflanzen | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ind.$_{34}$ | Ind.$_{36}$ | Gesamt | Gesamt | Durchschnitt je Stamm | |
| 1937 | 2. | 8 | 31$_{35}$ | 39 | 1800 | 46 | Die untersuchten Mutterpflanzen sind nicht |
| 1938 | 1. | 27 | 34 | 61 | 2000 | 33 | mit aufgeführt, da sie z. gr. Teil (mit Ind.$_{34}$) |
| 1938 | 2. | — | 7 | 7 | 200 | 29 | in den angegebenen Stämmen enthalten sind |
| 1938 | 3. | — | 12 | 12 | 170 | 14 | Blätter und Stengel getrennt geerntet |
| 1939 | 1. | 13 | 27 | 40 | 930 | 23 | — |
| 1939 | 1. | — | 5 | 5 | 75 | 15 | Blätter und Stengel getrennt geerntet |
| 1939 | 2. | — | 5 | 5 | 110 | 22 | Blätter und Stengel getrennt geerntet |
| Gesamt | | 48 | 121 | 169 | 5285 | 31 | |

Wie aus vorstehender Tabelle ersichtlich ist, konnten die Untersuchungen auf breiter Grundlage durchgeführt werden. Rund 5300 Einzelpflanzenanalysen aus den Jahren 1937, 1938 und 1939 aus verschiedenen Schnitten standen zur Verfügung. Die Gegenüberstellung von Mutterpflanze und der Tochtergeneration war möglich in 46 und einer weiteren Enkelgeneration in 27 Fällen (Zusammenstellung S. 267). Wertvolles Zahlenmaterial lieferten insbesondere die an Blättern, Stengeln und Blüten getrennt durchgeführten Analysen.

### 4. Beurteilung des Materials

Bei einer kritischen Beurteilung des Materials muß auf folgende, bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse zu beachtende Schwierigkeiten hingewiesen werden. Zwischen gleichaltrigen Stämmen bzw. Einzel-

pflanzen und Elitepflanzen[1]) aus gleichen Schnitten sind Vergleiche möglich. Ungünstig ist jedoch das unterschiedliche Alter von Mutterpflanze und Tochtergeneration: so zeigen in den Erntejahren 1938 und 1939 die Pflanzen mit Index$_{81}$ und $_{82}$ zum Teil schon erhebliche Alterserscheinungen, Nachlassen der Vitalität, Krankheitsanfälligkeit, starke Auswinterungserscheinungen, verschiedene Lebensdauer u. a. m. Das Gleiche gilt im Erntejahr 1939 für einen Teil der Pflanzen mit Index$_{84}$, die sich in den Jahren 1937 und 1938 noch durch üppiges Wachstum auszeichneten. Dagegen erreichten die Stämme mit Index$_{86}$ erst 1939 ihr Wachstumsoptimum. Diese entwicklungsrhythmisch bedingte Veränderung der Pflanzen wird zwangsläufig auch eine Veränderung ihrer physiologischen Eigenschaften — wie hier des Eiweißgehaltes — zur Folge haben; das Gleiche gilt für die absolute Ertragsleistung. Die späteren Untersuchungen zeigen, daß diese Veränderung im Rahmen der Gesamtlebensdauer von Jahr zu Jahr bei dem Material — mit einzelnen Ausnahmen — etwa gleichmäßig verläuft, während größere Schwankungen im wesentlichen nur in den einzelnen Vegetationsabschnitten 1., 2. und 3. Schnitt feststellbar sind. In welchem Ausmaße die Jahreswitterung einen Einfluß auf die Ausprägung der Leistungsmerkmale der Stämme und Pflanzen ausübt, konnte nicht nachgeprüft werden, jedoch ist sicherlich mit individuellen Unterschieden zu rechnen.

Weiterhin wirkten sich die außerordentlich starken Auswinterungserscheinungen des Winters 1938/39 ungünstig auf die Fortführung der Untersuchungen aus. Ein erheblicher Teil des Zuchtmaterials, auch des jungen, wurde vernichtet, so daß eine ganze Reihe Einzelpflanzenernten im Jahre 1939 nicht wiederholt werden konnten. Dies ist gleichzeitig die Erklärung dafür, daß bei der Ernte 1939 die Anzahl Stämme und deren durchschnittliche Pflanzenzahlen geringer sind als bei der Ernte 1938. Ob dadurch eine Verschiebung der Stammittelwerte im Eiweißgehalt und Pflanzenertrag stattgefunden hat, wird an anderer Stelle untersucht. Es erschien jedenfalls nicht zweckmäßig, bei der Auswertung der Ergebnisse alle 1939 fehlenden Pflanzenanalysen auch aus der Ernte 1938 zu streichen, da sonst nur mit geringerem Zahlenmaterial hätte gearbeitet werden können.

Die oben erwähnte entwicklungsrhythmisch bedingte Variabilität der Leistungsmerkmale in verschiedenen Jahren ließ die Ermittlung der *relativen* Leistungseigenschaften als zweckmäßig erscheinen. Diese Relativwerte, die in den meisten Tabellen neben den absoluten angegeben sind, beziehen sich immer nur auf *Mittelwerte gleichaltrigen Materials aus gleichen Ernten.* Nur so ist es möglich, auch vergleichende Untersuchungen zwischen Mutterpflanzen, Tochter- und Enkelgenerationen vorzunehmen (Zusammenstellung S. 267).

Die langjährige züchterische Bearbeitung wird zweifellos eine gewisse Ausgeglichenheit des ganzen Luzernezuchtmaterials zur Folge haben, d. h. es ist anzunehmen, daß bei Beginn der Züchtung noch größere als die hier festgestellten Unterschiede vorhanden waren. Jedoch ist gerade die Tatsache, daß auch heute noch erhebliche Stammesunterschiede nachzuweisen sind, von besonderer Bedeutung. Es ist demnach noch längst nicht der Zustand erreicht, der eine weitere Auslese als zwecklos erscheinen läßt. Dies ist nach *Roemer* (45) erst dann der Fall, wenn die bestmögliche Kombination der Gene so weitgehend erreicht ist, daß selbst schärfste Auslese nur noch kleine Fortschritte bringt. Die noch immer zu beobachtende und nachzuweisende

[1]) Elitepflanzen = beste zur Weiterzucht benutzte Individuen, Einzelpflanzen = alle Pflanzen eines Stammes.

Formenmannigfaltigkeit des Hallenser Luzernematerials wird also eine weitere züchterische Bearbeitung auch noch auf lange Sicht aussichtsreich erscheinen lassen. Wie bei allen Futterpflanzen ist auch bei Luzerne umstritten, wie weit, im Gegensatz zu Markterzeugnissen, Ausgeglichenheit praktisch nützlich ist.

## 5. Untersuchungsmethodik

Die Beurteilung der Leistung einer Einzelpflanze bzw. eines Stammes stützt sich auf folgende an dem gesamten Material durchgeführten Bestimmungen:

1. Eiweißgehalt, und zwar Gesamtrohproteingehalt in Prozenten des lufttrockenen Einzelpflanzenertrages (14% $H_2O$).
2. Einzelpflanzenertrag in Gramm, lufttrocken.
3. Eiweiß- bzw. Rohproteinertrag in Gramm = Pflanzenertrag × Rohproteingehalt.

Es war nicht möglich, bei diesem umfangreichen Material noch weitere Bestimmungen durchzuführen. Wenn von Dirks (11) auch noch die besondere Bestimmung des verdaulichen Eiweißgehaltes für züchterische Auslesearbeiten gefordert wird, so muß betont werden, daß die Feinheiten des Futterwertes im Rahmen der hier durchgeführten Untersuchungen keine wesentliche Rolle spielen; eine Vertiefung kann späterhin in Betracht kommen. Es muß zunächst klargestellt werden, ob der Eiweißgehalt eine konstante erbliche Eigenschaft ist, und in welchem Umfange überhaupt Eiweißuntersuchungen für die praktische Züchtung notwendig sind.

Die Ernte der Pflanzen erfolgte jeweils an dem Tag, an dem sich die ersten Blütenknospen öffneten. Es mußte ein bestimmtes Merkmal festgelegt werden, um exakte Vergleichswerte zu bekommen. Dieses Entwicklungsstadium wird auf Grund der Studien insbesondere von Klapp u. a. (19, 26, 28) als günstigster Schnittermin auch für die Praxis gefordert, da zu diesem Zeitpunkt die höchsten Eiweißmengen von der Flächeneinheit geerntet werden können. Von Beginn der Blüte ab nimmt der Gesamteiweißgehalt prozentual ab, während der Rohfasergehalt stark ansteigt, so daß sich also das Verhältnis Rohfasergehalt : Eiweißgehalt immer ungünstiger gestaltet. Weiterhin ist bei anderen Pflanzen nachgewiesen, daß die Blüten- und Fruchtbildung stark eiweißmindernd auf die Blätter einwirkt (65). Ferner soll nach Wetzel der Eiweißgehalt der Blätter über Nacht absinken; ob auch der Gesamteiweißgehalt abnimmt, geht nicht aus den Angaben hervor. Um alle solche Fehlerquellen, die durch „tagesperiodischen Eiweißstoffwechsel" entstehen können, auszuschalten, erfolgte die Schnittnahme immer nur in den Morgenstunden. Lücken- und Randpflanzen wurden nicht geerntet.

Das geerntete Material wurde an der Luft gegen Regen geschützt getrocknet. Das Frischgewicht wurde nicht ermittelt, sondern nur das Trockengewicht und dieses erst nach einer 14 tägigen Nachtrocknung der Proben in einem Raum mit gleichmäßiger Temperatur (20° C) und Luftfeuchtigkeit (14% $H_2O$). Jede Pflanze wurde dann in einer Schlagkreuzmühle mit sehr geringen Verlusten staubfein gemahlen und sorgfältig gemischt, um für die Eiweißbestimmungen sichere Durchschnittsproben zu bekommen.

Wichtig ist die Feststellung, daß die Eiweißbestimmungen — je Pflanze 2 Parallelbestimmungen — alle mit der gleichen Apparatur und von den gleichen Personen durchgeführt wurden. Es wäre empfehlenswert, für solche großen Serienuntersuchungen Einheitsmethoden zu schaffen und anzuwenden. Von der Praxis wird vielfach darüber Klage geführt, daß Bestimmungen an gleichen Proben gleichen Aufwuchses an verschiedenen — vor allem auch privaten — Instituten stark- auch relativ-unterschiedliche Werte ergeben haben, so daß diese für die züchterische Auslese nicht verwertbar waren.

Die folgende kurz skizzierte Methode von Dirks dürfte infolge ihrer verhältnismäßig einfachen Handhabung und sehr exakten Arbeitsweise empfehlenswert sein (Abb. 2):

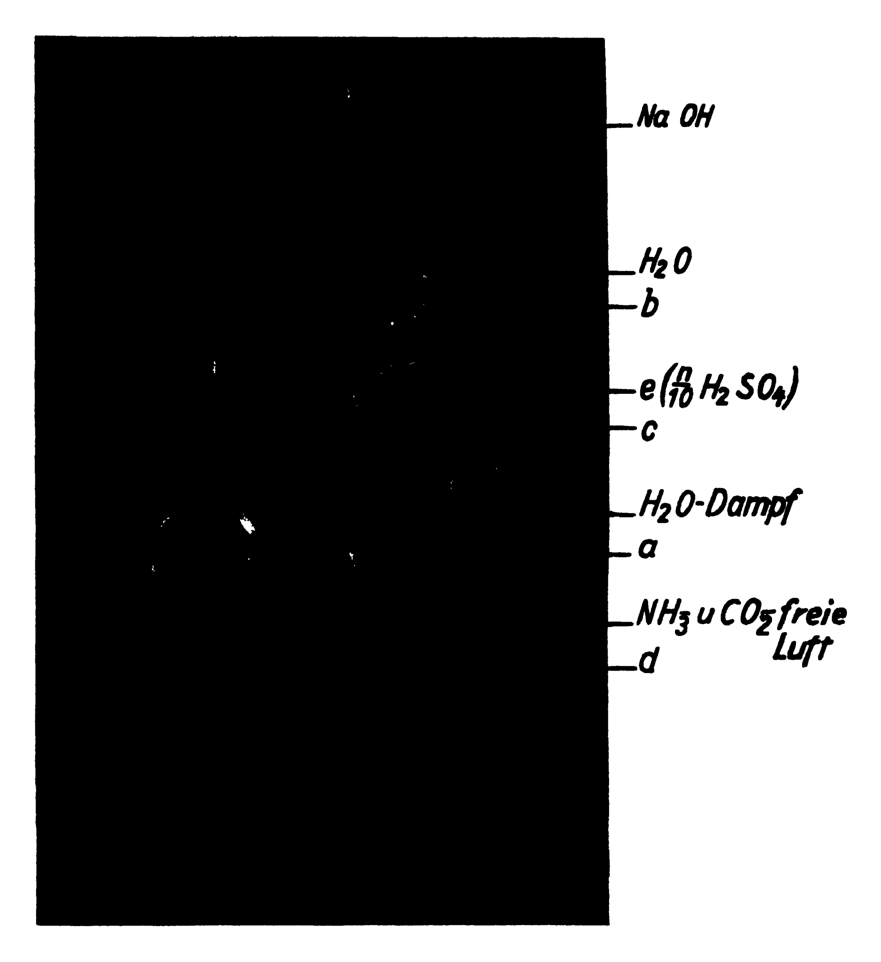



Abb. 2. Mikro-Destillations-Apparat für N-Analysen (Hallesche Laboratoriumsgeräte Ges.m.b.H., Halle a. d. S.)

0,5 g lufttrockene Substanz wird unter Zusatz von 5 ccm $H_2SO_4$ aufgeschlossen. Um die Reduktion von Nitraten zu Ammoniak zu verhindern, wird beim Aufschluß vorsichtig nach und nach 6 ccm $H_2O_2$ zugegeben. In einem Mikrodestillationsapparat mit gespanntem Wasserdampf wird die Destillation vorgenommen.

$NH_3$ wird durch einen Überschuß von NaOH aus dem beim Aufschluß (a) entstandenen schwefelsauren Ammoniak frei und gelangt mit dem Wasserdampf durch die Kugeln (b) und die Kondensationsvorrichtung (c) in das automatische Titriergefäß (d) mit angeschlossener Byrette (e) für die n/10 $H_2SO_4$.

Die 4 Kugeln an dem Herzstück (b) — mit Einsätzen nach „Stutzer" — verhindern ein Überreißen von NaOH. Bei zu starkem Wasserdampfdruck schützen selbst 4 Kugeln nicht, es ist daher nur ein schwacher Druck zulässig.

Die Flüssigkeit in dem Titriergefäß besteht aus Wasser mit 1 Tropfen n/10 $H_2SO_4$, ist also eben sauer und wird mittels $NH_3$- und $CO_2$-freier Luft bewegt. Als Indikator dient Methylrot mit geringem Zusatz von Methylenblau, so daß eine purpurviolette Farbe entsteht; diese muß vor Beginn und am Ende der Destillation bzw. Titration vorhanden sein.

Die verbrauchte Menge (in ccm) n/10 $H_2SO_4$ wird auf Eiweiß umgerechnet. Bei der Prüfung der Apparatur — Destillationsdauer 5 Minuten, allein mit NaOH — darf die Flüssigkeit des Titriergefäßes nicht neutralisiert werden. — Der Analysenfehler beträgt $\pm$ 0,1 % Rohprotein. Die Dauer jeder Destillation beträgt etwa 5 Minuten. Es können nach dieser Methode von 3 Personen täglich 150 Bestimmungen gemacht werden.

## C. Eiweißproblem bei Luzerne

### I. Möglichkeit hoher Eiweißertragsleistung durch

#### 1. Herkunftswahl

Die einleitend aufgezeigte hohe Eiweißleistung der Luzerne ist an einige wesentliche Voraussetzungen gebunden. Die wichtigste ist neben den zweckmäßigen anbau- sowie erntetechnischen Maßnahmen zweifellos die richtige Sorten- bzw. Herkunftswahl. Diese ist letzten Endes für eine Höchstleistung einer jeden Kulturpflanze in einem bestimmten Gebiet ausschlaggebend. Die Sortenkenntnis ist nicht nur wichtig für die Praxis, sondern in stärkstem Maße auch für den Züchter, der nur aus Material mit den besten Erbanlagen neue leistungsfähigere Sorten entwickeln kann. Darum erscheint es zweckmäßig, gerade im Hinblick auf die Möglichkeiten der züchterischen Verbesserung der Luzerne und damit auch hinsichtlich der eigenen Untersuchungen kurz das Wesentliche über die Entstehung und Bedeutung der Luzerne-„Herkünfte“ herauszustellen.

Nach den jüngsten Angaben über die Abstammung der Luzerne (29 48, 49) wird heute die Ansicht vertreten, daß die beiden wichtigsten Formen Medicago sativa und Med. falcata Unterarten der Sammelspezies Medicago sativa sensu lato sind. Sie haben sich durch „klimatisch geographische Differenzierung“ herausgebildet; man kann diese Formenbildung deutlich an ihren verschiedenartigen Wanderwegen verfolgen. So sind die falcata-Formen im wesentlichen aus den Hauptgenzentren Transkaukasien und Zentralasien und ihren besonderen Bildungsherden in Südostrußland, Westsibirien und den Steppengebieten am Baikalsee über Nordeuropa nach Deutschland gelangt. Auf diesem Wege haben sich besonders winterfeste Formen entwickeln können. Während die sativa-Formen aus Turkestan (8) und Tibet vorwiegend über Kleinasien nach Griechenland, dann von Arabien aus über Afrika, Spanien, Südfrankreich nach Deutschland vorgedrungen sind. In diesen Gebieten konnte keine Selektion auf Winterfestigkeit erfolgen, so daß auch die sativa-Formen wesentlich weniger winterfest sind.

Weiterhin steht heute fest, daß die für uns wichtigste Unterart Medicago media = Bastardluzerne durch Bastardierung von sativa und falcata entstanden ist (9, 31, 48). Die Bastardierung im natürlichen Feldbestand in Überschneidungsgebieten ist durch die Besonderheit der Blüh- und Befruchtungsverhältnisse (16, 19, 48, 59) gegeben, die hier im einzelnen nicht näher erläutert werden können. Jedenfalls kommen sowohl Selbst- wie auch Fremdbefruchtung (durch Insekten: Bienen, Hummeln) je nach Witterungsverhältnissen in wechselndem Umfange vor, so daß in jedem Luzernebestand immer wieder Neukombinationen stattfinden können. Jeder Bestand stellt also ein heterogenes Formengemisch dar, das bei med. media besonders mannigfaltig ist. Gerade dieser heterogene Bastardcharakter macht die Bastardluzerne für unsere deutschen Verhältnisse so wertvoll. Sie vereinigt in sich die Frohwüchsigkeit der sativa und die Langlebigkeit und vor allem die Winterfestigkeit der falcata (16, 48, 53, 55, 64).

Wenn an den oberirdischen Organen der Pflanzen nicht immer eindeutig entschieden werden kann, ob es sich um sativa-, media- oder falcata-Typen handelt, so zeigt der Vergleich der verschiedenen Wurzelformen (7, 32, 53, 61) charakteristische Unterschiede. Er gibt zugleich eine Erklärung für das unterschiedliche Anpassungsvermögen an verschiedenartige Boden- und Klimaverhältnisse. Sativa hat meist nur eine tiefgehende

Pfahlwurzel, falcata ist flachwurzelnd mit starker Verästelung, media hat dagegen ein mitteltiefes bis tiefes Wurzelsystem mit stärkerer Verzweigung, so daß eine wesentlich bessere Ausnutzung verschiedenartiger Bodenstrukturen und damit eine größere ökologische Streubreite möglich ist.

So haben einerseits die Möglichkeit, sich den verschiedenartigen Vegetationsbedingungen weitgehend anzupassen, andererseits die selektive Wirkung von Boden und Klima, die besonders bei Futterpflanzen eine große Rolle spielt, dazu geführt, daß sich ganz charakteristische Ökotyen herausgebildet haben, die den bodenständigen Herkünften entsprechen (20, 29, 43, 47, 48). Zahlreiche vergleichende Prüfungen der wichtigsten Herkünfte aus der ganzen Welt mit den bodenständigen deutschen Herkünften haben übereinstimmend ergeben, daß für unsere heimischen Verhältnisse vorwiegend die deutschen Bastardluzernen oder solche, die aus ihnen entwickelt worden sind — wie Grimmluzerne u. a. —, geeignet sind (2, 3, 9, 20, 30, 31, 63, 66). Die meisten ausländischen, vor allem südländischen, Herkünfte überstehen unsere harten Winter nicht und können daher für den Anbau in Deutschland nicht empfohlen werden. Eine Beurteilung und Besprechung im einzelnen würde hier zu weit führen, wertvolle Anhaltspunkte für die

Tabelle 2

Relative Gesamtleistung (Grünerträge) der in der DLG.-Sortenprüfung (1927—1931) angebauten Herkünfte

(4 Prüfungsjahre, 9 Prüfungssorten, 1., 2. und 3. Schnitt, Altfränkische = 100)
Errechnet aus der Zusammenstellung von Wick (66)

| | Herkunft | |
|---|---|---|
| 1. | Kayseri | 102,5 |
| 2. | Altfränkische | 100,0 |
| 3. | Thüringische | 98,9 |
| 4. | Ungarische | 94,7 |
| 5. | Cossak | 94,4 |
| 6. | Grimm | 93,1 |
| 7. | Fränkische | 91,6 |
| 8. | Italienische | 84,6 |
| 9. | Provencer | 80,4 |
| 10. | Südafrikanische | 74,4 |

Tabelle 3

Luzerneanbauversuch von Weihenstephan (12—18jährige Ergebnisse) nach Weller (63)

| Nr. | Herkunft | Heu dz/ha | % | Rohprotein kg/ha | % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Altfränkische von Graf Gnötzheim Ufr. | 140,8 | 100,0 | 2582 | 100,0 |
| 2. | Türkische Kayseri | 141,8 | 100,6 | 2429 | 93,8 |
| 3. | Altfränkische | 130,4 | 92,4 | 2346 | 90,6 |
| 4. | Ungarische | 125,3 | 89,2 | 2247 | 86,9 |
| 5. | Züchtung von Schmidt-Gnodstadt Ufr. | 121,3 | 86,1 | 2211 | 85,5 |
| 6. | Züchtung von Stahl-Neuherberg Mfr. | 120,7 | 85,8 | 2208 | 85,4 |
| 7. | Altfränkische in Ungarn vermehrt | 120,3 | 85,4 | 2162 | 83,6 |
| 8. | Amerikanische Grimm-Luzerne | 119,2 | 84,6 | 2489 | 96,2 |
| 9. | Mahndorfer Viktoria | 118,0 | 83,8 | 2288 | 88,5 |
| 10. | Thüringer | 116,6 | 82,8 | 2053 | 79,6 |
| 11. | Crescat-Luzerne | 112,9 | 80,0 | 2036 | 78,8 |
| 12. | Provencer | 105,6 | 74,9 | 1903 | 73,6 |
| 13. | Italiener | 96,3 | 68,4 | 1752 | 67,8 |
| 14. | Turkestaner | 88,3 | 62,6 | 1566 | 60,5 |
| 15. | Chilenische | 69,1 | 49,0 | 1277 | 49,4 |
| 16. | Südafrikanische | 62,3 | 44,4 | 1046 | 40,5 |
| 17. | Nordspanische | 61,7 | 43,8 | 1156 | 44,7 |

richtige Herkunftswahl sind aus den beigefügten Prüfungsergebnissen zu entnehmen (Tab. 2, 3 und 4). Eine Ausnahme unter den sativa-Formen bildet die Kayseriluzerne: sie ist außerordentlich massenwüchsig und auch winterfest genug, im Eiweißgehalt jedoch liegt sie sehr niedrig, im Gegensatz zu der offenbar sehr eiweißreichen Grimmluzerne (Tab. 3).

Tabelle 4

Relative Gesamtleistung (Grünerträge) der in der DLG.-Sortenprüfung (1927—1931) in Halle angebauten Herkünfte (Altfränk. = 100) (66)

| | Herkunft | |
|---|---|---|
| 1. | Ungarische | 106,6 |
| 2. | Kayseri | 105,8 |
| 3. | Altfränkische | 100,0 |
| 4. | Österreichische | 98,0 |
| 5. | Grimm-Luzerne (Canada) | 96,7 |
| 6. | Thüringer | 95,7 |
| 7. | Provencer | 95,6 |
| 8. | Grimm-Luzerne (USA.) | 94,3 |
| 9. | Cossak Alfalfa Northld. | 92,8 |
| 10. | Ontario-Luzerne (Canada) | 91,8 |
| 11. | Fränkische (Verm. Ungarn) | 91,3 |
| 12. | Spanische | 86,2 |
| 13. | Italienische | 84,0 |
| 14. | Südafrikanische | 81,3 |

### 2. Züchtung

Mit der Erkenntnis dieser unterschiedlichen Leistungseigenschaften der Luzerneherkünfte ist der Weg, den die Züchtung einschlagen muß, klar vorgezeichnet. Als Ausgangsmaterial müssen jeder Zuchtstätte die für ihr Gebiet charakteristischen Herkünfte dienen. Die Formenmannigfaltigkeit bei diesen „Landsorten" ist meist so groß, daß durch einfache Auslese geeigneter Formen noch große Möglichkeiten der Leistungssteigerung bestehen (13, 16, 19), wie auch aus Hallenser Prüfungsergebnissen (Tab. 5) deutlich hervorgeht. Es ist kaum zu erwarten, daß durch Einkreuzung anderer Arten noch eine weitere Massenertragssteigerung zu erzielen ist; eher ist durch solche Neukombinationen eine Verbesserung bestimmter Leistungsmerkmale denkbar.

Tabelle 5

Relative Ergebnisse der Luzerne-Leistungsprüfung, Ernte 1938/39 (Gesamterträge von 3 Schnitten)

| Sorte | Grünmasse | | Trockenmasse | |
|---|---|---|---|---|
| | 1938 2. Jahr | 1939 3. Jahr | 1938 | 1939 |
| Thüringer Luzerne | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Stamm I | 98,2 | 123,1 | 100,8 | 124,1 |
| Stamm II | 94,3 | 124,1 | 93,4 | 122,4 |
| Ungarische Luzerne | 95,0 | 112,3 | 97,4 | 111,1 |

Es ist keineswegs erstrebenswert, durch besondere Zuchtverfahren eine möglichst große Ausgeglichenheit des Zuchtmaterials herbeizuführen, etwa durch Selbstungen oder Inzucht (23, 57), da dann zweifellos die wertvollste Eigenschaft, die große Anpassungsfähigkeit als Folge der Formenmannigfaltigkeit nicht mehr voll zur Wirkung kommen würde. Es sei denn, daß durch solche Zuchtmethoden besondere Eigenschaften weitgehend homozygot gemacht werden, um zu Neukombinationen Verwendung zu finden.

Durch das schon kurz skizzierte Zuchtverfahren, das in Halle angewandt wird, ist die Möglichkeit der Kombination bester Leistungsformen gegeben,

ohne daß dabei der heterogene Charakter der Zuchtstämme eingeengt werden muß. Die Variabilität wichtiger Leistungsmerkmale innerhalb neuer Zuchtstämme wird später noch eingehend behandelt.

In diesem Zusammenhange erscheint es zweckmäßig, kurz die wichtigsten Zuchtziele (4, 16, 19, 27, 32, 33, 46, 48) zur Charakterisierung des idealen Leistungstyps zu skizzieren. An erster Stelle steht die Forderung, hohe Ertragsleistung mit hoher Samenleistung zu kombinieren, vor allem auch solche Formen zu schaffen, die diesen Leistungseigenschaften auf geringeren, besonders auf Sandböden gerecht werden. Eine weitere Steigerung der Winterfestigkeit, der Dürre- und auch Säurewiderstandsfähigkeit ist anzustreben. Ziemlich schwierig dürfte sich sowohl die Resistenzzüchtung als auch die Züchtung auf ausläufertreibende Formen (16) und auf Eignung für hohen Grundwasserstand (33) gestalten.

Das hier besonders interessierende Problem ist die Forderung, die an sich schon hohe Eiweißertragsleistung durch Züchtung auf hohen Eiweißgehalt noch weiter zu steigern. Ob und in welchem Maße dies möglich ist, wird später besprochen. Jedoch gehen die Meinungen über Erfolgsaussichten bei dieser Zielsetzung noch sehr auseinander. Eine Hauptschwierigkeit, dieses Zuchtziel planmäßig zu verfolgen, bestand und besteht auch heute noch in der Durchführung der notwendigen Einzelpflanzenanalysen. Die Dirks-Methode hat sich für diese Untersuchungen sehr gut bewährt und gibt bei rascher Arbeitsweise einwandfreie Ergebnisse.

Von der Praxis ist vorwiegend der Standpunkt vertreten worden, daß die Massenertragsleistung allein entscheidend ist, und der Eiweißgehalt eine untergeordnete Rolle spielt. Diese Auffassung hat sich insofern etwas gewandelt, als die Untersuchungen verschiedener Forscher (5, 16, 19) ergeben haben, daß der Eiweißgehalt der Blätter 2—3 mal so hoch liegt wie der der Stengel. Deshalb wird heute wohl eingesehen, daß der Eiweißgehalt wichtig ist, jedoch wird meist die Ansicht vertreten, daß Einzelpflanzenanalysen nicht notwendig sind, sondern daß es genügt, blattreiche Formen auszulesen, die zwangsläufig infolge des höheren Blattanteils auch einen höheren Eiweißgehalt haben müssen (5, 13, 14, 19). Diese Annahme ist aber offenbar nur bis zu einem gewissen Grade richtig, wie nachfolgende von Bleier (5) veröffentlichte Untersuchungen zeigen (Tab. 6, S. 240). Wenn die Behauptung richtig ist, müßte also hoher Blattanteil (50 %) hohen und niedriger Blattanteil (33,3 %) geringen Eiweißgehalt bedingen. Die Tabelle gibt aber gerade für diese beiden Extremwerte etwa gleich hohen Eiweißgehalt an. Eine korrelative Beziehung zwischen Blatt-Stengelverhältnis und Rohproteingehalt besteht also in diesen Fällen nicht, eine sehr deutliche dagegen ist aus diesen Zahlen zwischen dem Rohproteingehalt des Stengels und dem Gesamtgehalt zu erkennen.

Weiterhin vertritt Bleier (5) die Auffassung, daß es praktisch unmöglich ist „den Eiweißgehalt von Luzernesorten auf Grund von Eiweißuntersuchungen an Pflanzen oder Stämmen verbessern zu wollen". Ebenso hält er offenbar das Vorhandensein von Erbunterschieden im Eiweißgehalt der Herkünfte für zweifelhaft. Demgegenüber lassen die in Tabelle 3 angeführten Ergebnisse der Herkunftsprüfungen doch auf erhebliche Unterschiede schließen.

Dies zeigt, wie notwendig es ist, diesen wichtigen Fragenkomplex an einem großen Material kritisch zu untersuchen. Es muß geprüft werden, 1. ob der Eiweißgehalt eine erbliche Eigenschaft ist, 2. ob vorhandene Unterschiede praktisch von Bedeutung sind, und 3. ob es für den Züchter zweckmäßig und erfolgversprechend ist, die chemischen Analysen durchzuführen

Tabelle 6
Vergleich des Eiweißgehaltes der Blätter, Stengel und der Gesamtpflanzen mit dem Bl./St.-Verh. nach Bleier (5)

| Herkunft | 1. Schnitt | | 2. Schnitt | |
|---|---|---|---|---|
| | Rohprotein | Bl./St. | Rohprotein | Bl./St. |
| **Thüringen** | | | | |
| Stengel | 8,99 | | 16,85 | |
| Blätter und Blüten | 22,02 | | 24,93 | |
| Gesamt | 14,88 | 49,0 | 19,69 | 47,9 |
| **Bastardtyp** | | | | |
| Stengel | 6,11 | | 14,87 | |
| Blätter und Blüten | 20,79 | | 24,84 | |
| Gesamt | 12,65 | 50,0 | 18,73 | 54,2 |
| **Ungarn** | | | | |
| Stengel | 10.67 | | 16,10 | |
| Blätter und Blüten | 22,71 | | 25,40 | |
| Gesamt | 15,58 | 41,8 | 19.60 | 48,0 |
| **Kleinasien** | | | | |
| Stengel | 8.80 | | 15,05 | |
| Blätter und Blüten | 21,48 | | 25,53 | |
| Gesamt | 14,00 | 44.2 | 18,73 | 44,2 |
| **Provence** | | | | |
| Stengel | 9,87 | | 15,34 | |
| Blätter und Blüten | 22,58 | | 24,16 | |
| Gesamt | 15,31 | 49,9 | 18,29 | 54,0 |
| **Semirjetschensk** | | | | |
| Stengel | 6,11 | | 17,64 | |
| Blätter und Blüten | 21.23 | | 26.20 | |
| Gesamt | 12,78 | 33,3 | 23,28 | 46,7 |
| **Grimm** | | | | |
| Stengel | 9,36 | | 16,28 | |
| Blätter und Blüten | 22.26 | | 25,64 | |
| Gesamt | 14,88 | 47,3 | 19.69 | 50,0 |
| **Turkmenien** | | | | |
| Stengel | 6.38 | | 17,83 | |
| Blätter und Blüten | 21,19 | | 25,49 | |
| Gesamt | 12,95 | 46,3 | 20,04 | 46,7 |
| **Khivian** | | | | |
| Stengel | 9.31 | | 17,26 | |
| Blätter und Blüten | 22,51 | | 23,54 | |
| Gesamt | 14,88 | 42,3 | 19,86 | 47,7 |
| **Mittelturkestan** | | | | |
| Stengel | 7,81 | | 17,22 | |
| Blätter und Blüten | 22,02 | | 25,21 | |
| Gesamt | 14,44 | 42,3 | 19,69 | 42,2 |
| **Mittel** | | | | |
| Stengel | 8,34 | | 16,44 | |
| Blätter und Blüten | 21,88 | | 25,09 | |
| Gesamt | 14,24 | 44,6 | 19,76 | 48,2 |

bzw. durchführen zu lassen und 4. in welchem Umfange dies erforderlich ist. Die folgenden Ausführungen sollen einen Beitrag zur Klärung dieser für den praktischen Zuchtbetrieb sehr bedeutsamen Fragen liefern.

## II. Besprechung der Untersuchungsergebnisse:

### 1. Größe und Ursache der Schwankungen — absolut und mittels Variationskoeffizienten — in

#### a) Rohproteingehalt

Die Grundlage für die eigenen Untersuchungen bildeten die an 70 Klonen durchgeführten Eiweißbestimmungen des Jahres 1935. Die Zahlen für Rohproteingehalt schwankten zwischen 14,37 und 24,50 %, = 70prozent. Unterschiede. Hackbarth (16) teilt mit, daß an den Müncheberger Luzerneklonen 100prozent. Gehaltsunterschiede festgestellt werden konnten. Die eigenen Analysenwerte der 5300 Einzelpflanzen des Hallenser Zuchtmaterials bestätigten wiederum die außerordentlich große Variationsbreite im Eiweißgehalt, sowohl bei Einzelpflanzen wie auch bei Stämmen; der durchschnittliche Eiweißgehalt bzw. Pflanzenertrag eines Stammes stellt hier immer den Mittelwert aller untersuchten Einzelpflanzen einer Nachkommenschaft dar und wird in den Tabellen als „Φ-Stamm" gekennzeichnet.

Tabelle 7 (S. 242) zeigt, daß bei Einzelpflanzen im Rahmen des Gesamtmaterials Gehaltsunterschiede bis zu 130 %, von 10,60—24,83 % ermittelt werden konnten. Züchterisch von größerer Bedeutung sind zweifellos die Unterschiede, die zwischen den Stämmen vorhanden sind. Jeder Stamm ist ein heterogenes Formengemisch, und es ist nun zu prüfen, ob trotz dieser Formenmischung innerhalb der einzelnen Nachkommenschaften deutliche Stammesunterschiede vorhanden sind. Wie die Analysen erkennen lassen (Tab. 7 und 9), ist dies der Fall: Bei den generativen Nachkommenschaften mit Index$_{86}$ (Ernte 1938, 1. Schnitt) schwankt der Eiweißgehalt zwischen 13,70 und 19,90 %. Es sind demnach Unterschiede bis zu 45 % feststellbar. Im Jahre 1939 ist dieser Schwankungsbereich infolge der wesentlich geringeren Stammzahl nicht mehr so groß, aber immer noch deutlich — bis zu 22prozent. Unterschiede — von 14,45—17,84 % Rohproteingehalt. Hier soll zunächst unberücksichtigt bleiben, ob es sich bei diesen Unterschieden um solche handelt, die genetisch bedingt sind, oder ob sie im wesentlichen modifikativ, also durch Umwelteinflüsse entstanden sind. Es sind somit bei Einzelpflanzen 130prozent., bei Klonen 70prozent., bei generativen Stämmen 45prozent. Unterschiede erfaßt worden, wie dies mit der Auffassung über Variabilität in Einklang steht (22).

Weiterhin interessiert nun, wie groß die Schwankungen im Eiweißgehalt innerhalb der einzelnen Stämme sind, und wie sich die heterogene Formenmischung auf die Variabilität des Rohproteingehaltes auswirkt. In Tabelle 8 (S. 243) sind die Analysenwerte der Einzelpflanzen zweier Stämme gegenübergestellt. Es zeigt sich, daß Stamm 122$_{86}$ dem Stamm 72$_{86}$ im Rohproteingehalt deutlich um 16,6 % überlegen ist. Beim Vergleich der Einzelwerte fällt auf, daß ihre Schwankungsbreite innerhalb der einzelnen Nachkommenschaften sehr unterschiedlich ist. Es wurde versucht, diese verschiedenartige Variabilität zahlenmäßig zu erfassen, und zwar durch Ermittlung der Standardabweichung ($\sigma$), die nach Johannsen (22) als das „mathematisch gesehen beste Maß der Variabilität angesehen werden muß". Um nun aber für alle Stämme ein relatives Vergleichsmaß zu erhalten, mußte noch der Variationskoeffizient (v) ermittelt werden, d. i. Standardabweichung in Prozent des Mittels der jeweiligen Variationsreihe. Damit ist also eine mathematisch exakte Vergleichsmöglichkeit gegeben. Es sei noch darauf hingewiesen, daß es leider nicht möglich war, solche Variationskoeffizienten auch für Klone zu ermitteln, weil die für diese Bestimmungen

Tabelle 7

Durchschnittlicher Rohproteingehalt und Extremwerte der Stämme mit Index$_{36}$, Ernte 1938 und 1939, erster Schnitt

| Stamm | Pflanzenzahl | | Absolute Werte | | Relativwerte zum Φ | | Schwankung: absolut | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1938 | 1939 | 1938 | 1939 | 1938 % | | 1939 % | |
| | | | Rohprotein (%) | | Durchschnitt = 100 | | | | | |
| | 1938 | 1939 | Φ St. | Φ St. | Φ St. | Φ St. | niedrig | höchst | niedrig | höchst |
| $36_{36}$ | 24 | — | 17,75 | — | 108.6 | — | 15,14 | 23,68 | — | — |
| $47_{36}$ | 30 | — | 16,92 | — | 103,5 | — | 12,85 | 22,03 | — | — |
| $48_{36}$ | 21 | — | 16,53 | — | 101,1 | — | 12.97 | 20,67 | — | — |
| $50_{36}$ | 24 | — | 13,70 | — | 83,8 | — | 10,34 | 19,36 | — | — |
| $54_{36}$ | 23 | 24 | 14,61 | 15,38 | 89,4 | 96,5 | 11,85 | 18,17 | 12,34 | 18,69 |
| $57_{36}$ | (2) | 23 | (19,46) | 16,26 | (119,1) | 102,1 | — | — | 13,88 | 18,22 |
| $58_{36}$ | 25 | — | 13,92 | — | 85,2 | — | 10.66 | 17,75 | — | — |
| $59_{36}$ | 25 | — | 15,09 | — | 92,3 | — | 11,43 | 18,97 | — | — |
| $60_{36}$ | 28 | — | 15,87 | — | 97,1 | — | 12,83 | 19,78 | — | — |
| $63_{36}$ | 27 | 26 | 16,71 | 17,45 | 102,2 | 109,5 | 12,39 | 20,79 | 14,93 | 20,35 |
| $66_{36}$ | 30 | 25 | 19,37 | 17,64 | 118,5 | 110,7 | 13,62 | 23,87 | 15,05 | 20,68 |
| $67_{36}$ | 28 | — | 19,00 | — | 116,2 | — | 13,44 | 23,29 | — | — |
| $68_{36}$ | 25 | 23 | 19,67 | 16,39 | 120,4 | 102,9 | **17,71** | **21,68** | 14,19 | 19,67 |
| $69_{36}$ | 24 | 17 | 19,90 | 16,56 | 121,7 | 104,0 | 14,09 | 24,83 | 10,66 | 19,26 |
| $70_{36}$ | 25 | 19 | 18,01 | 17,35 | 110.2 | 108.0 | 11,29 | 22,10 | 11,72 | 22,47 |
| $71_{36}$ | 30 | — | 17,71 | — | 108,4 | — | 14,23 | 22,12 | — | — |
| $72_{36}$ | 25 | — | 15,94 | — | 97,5 | — | 13,39 | 19,62 | — | — |
| $73_{36}$ | 31 | — | 17,13 | — | 104,8 | — | 12.86 | 20.76 | — | — |
| $74_{36}$ | 26 | 27 | 15,94 | 15,28 | 97,5 | 95,9 | 12,53 | 19,34 | 12,58 | 16,71 |
| $77_{36}$ | 29 | — | 15,45 | — | 94,5 | — | 12,04 | 20,09 | — | — |
| $79_{36}$ | 26 | — | 15,43 | — | 94,4 | — | 11,73 | 18,67 | — | — |
| $81_{36}$ | 25 | 27 | 14,53 | 16,40 | 88,9 | 103,0 | 10.54 | 17,85 | 14,42 | 20,05 |
| $82_{36}$ | 26 | 25 | 13,69 | 15.43 | 83,8 | 96.9 | 9.38 | 18,62 | 12,99 | 18,83 |
| $83_{36}$ | 28 | 28 | 14,70 | 14,45 | 90,0 | 90,7 | 11,34 | 18,27 | 12,15 | 20,35 |
| $84_{36}$ | 24 | 27 | 15,61 | 15,73 | 95,5 | 98,7 | 12,50 | 19,43 | **14,46** | **17,27** |
| $88_{36}$ | 27 | 25 | 16,50 | 16,17 | 101,0 | 101,5 | 11,59 | 19,01 | **14,02** | **18,67** |
| $89_{36}$ | 27 | 27 | 16,40 | 17,12 | 100,3 | 107,5 | 11.51 | 21,21 | 13,32 | 19,02 |
| $91_{36}$ | 23 | 23 | 16,24 | 16,47 | 103,9 | 103,7 | 11,80 | 19,57 | 14,67 | 18,78 |
| $92_{36}$ | 29 | 25 | 14,38 | 14,87 | 88,0 | 93,3 | 11,10 | 18,66 | 11,71 | 17,20 |
| $94_{36}$ | 29 | 24 | 14,18 | 14,52 | 86,8 | 91,2 | 11.17 | 19,29 | 12,41 | 18,43 |
| $98_{36}$ | 29 | 21 | 16,58 | 15,06 | 101.4 | 94,5 | 11,29 | 21,53 | 12,56 | 18,23 |
| $105_{36}$ | 28 | 25 | 15,16 | 15,41 | 92,8 | 96,7 | 10,60 | 18,73 | 12,74 | 17,81 |
| $108_{36}$ | 29 | 25 | 14,71 | 15,60 | 90 0 | 97,9 | 10,95 | 20,77 | 13,30 | 18,04 |
| $109_{36}$ | — | 24 | — | 15,31 | — | 96,1 | — | — | 13,58 | 17,43 |
| $122_{36}$ | 25 | — | 18,58 | — | 113,7 | — | **16,04** | **21,39** | — | — |
| $124_{36}$ | 23 | — | 16,42 | — | 100,5 | — | 13,39 | 19,53 | — | — |
| $75_{36}$ | — | 25 | — | 16,48 | — | 103,5 | — | — | 14,01 | 19,02 |
| $85_{36}$ | — | 19 | — | 16,02 | — | 100,6 | — | — | 14,42 | 16,97 |
| $86_{36}$ | — | 26 | — | 15,53 | — | 97,5 | — | — | 13,25 | 17,22 |
| $87_{36}$ | — | 25 | — | 15,57 | — | 97,7 | — | — | 13,28 | 17,76 |
| $93_{36}$ | — | 26 | — | 15,78 | — | 99,1 | — | — | 14,12 | 17,11 |
| $107_{36}$ | — | 26 | — | 15,88 | — | 99,7 | — | — | 13,05 | 18.78 |
| Φ | 25,9 | 24,3 | 16,34 | 15,93 | 100,0 | 100,0 | 12.37 | 20,34 | 13,33 | 18,63 |

herangezogenen Klone der strengen Winterkälte 1938/39 zum Opfer gefallen sind. Dadurch hätte man den Einfluß der Umweltfaktoren, insbesondere des Bodens, auf die Gesamtvariabilität feststellen können. Jedoch sind die Bodenunterschiede nach hiesigen Erfahrungen auf dem sehr ausgeglichenen Boden des Versuchsfeldes nicht nennenswert (21), vor allem nicht auf einer so kleinen Fläche, wie sie für einen Luzernestamm benötigt wird (9—12 m²).

So sind in der Variabilität des Proteingehaltes innerhalb der einzelnen Stämme deutliche Unterschiede festzustellen (Tab. 9), vor allem bei den

Tabelle 8

Variabilität der Leistungsmerkmale in den Beispielstämmen $72_{86}$ und $122_{86}$

| E- ≙ Pflanze Nr. | Rohprotein in % | | Lufttr. Pflanzenertrag in g | | Eiweißertrag in g | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stamm $72_{86}$ | Stamm $122_{86}$ | Stamm $72_{86}$ | Stamm $122_{86}$ | Stamm $72_{86}$ | Stamm $122_{86}$ |
| 1 | 15,54 | 18,67 | 127,0 | 79,0 | 19,73 | 14,75 |
| 2 | 18,09 | 18,11 | 42,5 | 52,5 | 7,69 | 9,51 |
| 3 | 13.39 | 18,95 | 79,5 | 94,0 | 10,64 | 17,81 |
| 4 | 17,45 | 16,20 | 119,0 | **168,0** | 20,76 | 27,22 |
| 5 | 14,42 | 20,16 | 79,0 | 25,0 | 11,39 | 5,04 |
| 6 | 13,58 | 18,48 | 75,0 | 128,0 | 10,18 | 23,65 |
| 7 | 13,55 | 18,27 | 67,5 | *22,0* | 9,15 | *4,02* |
| 8 | 15,58 | 18,41 | **135,0** | 79,0 | **21,03** | 14,54 |
| 9 | 14,82 | 18,20 | 69,0 | 75,0 | 10,22 | 13,65 |
| 10 | 14,79 | 19.39 | 31,0 | 105,0 | 4,58 | 20,36 |
| 11 | **19,62** | 18,04 | 81,5 | 95,0 | 15,99 | 17,14 |
| 12 | 14,95 | 18,09 | 99,5 | 67,0 | 14,87 | 12,12 |
| 13 | 16,61 | *16,04* | *13,0* | 89,0 | *2,16* | 14,27 |
| 14 | 14,94 | 16,47 | 74,0 | 105,0 | 11,05 | 17,29 |
| 15 | 16,60 | 18,92 | 111,0 | 84,5 | 18,43 | 15,99 |
| 16 | 19,41 | 18,02 | 68.0 | 68.0 | 13,20 | 12,25 |
| 17 | 16.01 | **21.39** | 82.0 | 128,0 | 13,13 | **27,38** |
| 18 | 19,34 | 16,71 | 88,0 | 40,5 | 17,02 | 6,77 |
| 19 | 13,74 | 19,98 | 33,0 | 108,5 | 4,53 | 21,68 |
| 20 | 15,79 | 20.00 | 21,0 | 96,0 | 3,32 | 19,20 |
| 21 | 18,43 | 17,83 | 111,0 | 69,0 | 20,46 | 12,30 |
| 22 | *13,09* | 18,95 | 33,5 | 63,0 | 4,39 | 11,94 |
| 23 | 17,67 | 18,97 | 84,5 | 134,9 | 14.93 | 25,42 |
| 24 | 17,31 | 20,28 | 88,0 | 87,0 | 15,23 | 17,64 |
| 25 | 13,79 | 20,00 | 52,0 | 115,0 | 7,17 | 23,00 |
| ⌀-Stamm | 15,94 | 18,58 | 74,58 | 87,12 | 12,05 | 16,20 |
| Mehrleistung | ± 0,0 | + **16,6** % | ± 0,0 | + **16,8** % | ± 0,0 | + **34,6** % |
| v | 22,67 | 7,21 | 43,15 | 38,15 | — | — |

v = Variationskoeffizient, errechnet nach der Formel (Johannsen):

$$v = 100\,\sigma : M$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma V^2}{n}\,.\,M^2}$$

Kursivziffern = geringster Wert }
Halbfette Ziffern = höchster Wert } Extremwerte.

Zuchtstämmen mit $\text{Index}_{86}$ beim 1. Schnitt 1938. Die Variationskoeffizienten schwanken bei 34 Stämmen von ± 7,21 bis ± 22,67 %. Es handelt sich hierbei um einjähriges Zuchtmaterial. Demgegenüber sind die Variationskoeffizienten bei den gleichen Nachkommenschaften im folgenden Jahre (Ernte 1939) ebenfalls beim 1. Schnitt wesentlich kleiner: sie schwanken zwischen v = ± 5,21 % und v = ± 11,58 % bei 27 Stämmen. Der Vergleich der Variationskoeffizienten gleicher Stämme in den beiden Jahren läßt keine erbliche Differenzierung erkennen. Das ist auch nicht zu erwarten, da für die Bestimmungen nicht immer das gleiche Pflanzenmaterial zur Verfügung stand (vgl. S. 233).

Entscheidend für die späteren Untersuchungen, insbesondere über die Erblichkeit des Eiweißgehaltes bei den Stämmen, ist die Tatsache, daß die Variabilität des Rohproteingehaltes innerhalb der Nachkommenschaften verhältnismäßig gering ist; dabei dürfen nur die Variationskoeffizienten der Ernte 1939 berücksichtigt werden, wie im folgenden noch näher begründet wird. Diese Variationskoeffizienten sind aus Rohproteinzahlen errechnet worden, die von zweijährigem, also im wesentlichen schon voll entwickeltem

Tabelle 9

Rohproteingehalt und Pflanzenertrag
1. Schnitt, absolute und relative Werte —

| Stamm | Anzahl Einzelpflanzen | | Rohprotein | | | | Relativ | | Trockensubstanz- | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1938 | | 1939 | | 1938 | 1939 | 1938 | |
| | 1938 | 1939 | M in % Φ-Stamm | ± m | M in % Φ-Stamm | ± m | Φ = 16,34 = 100 | Φ = 15,98 = 100 | M in g Φ-Stamm | ± m |
| $36_{36}$ | 24 | — | 17,75 | 0,51 | — | — | 108,6 | — | 51,02 | 8,69 |
| $47_{36}$ | 30 | — | 16,92 | 0,50 | — | — | 103,5 | — | 52,22 | 4,26 |
| $48_{36}$ | 21 | — | 16,53 | 0,49 | — | — | 101,1 | — | 66,00 | 7,78 |
| $50_{36}$ | 24 | — | 13,70 | 0,47 | — | — | 83,8 | — | 55,08 | 5,04 |
| $54_{36}$ | 23 | 24 | 14,61 | 0,39 | 15,38 | 0,32 | 89,4 | 96,5 | 49,35 | 6,21 |
| $57_{36}$ | — | 23 | — | — | 16,26 | 0,23 | — | 102,1 | — | — |
| $58_{36}$ | 25 | — | 13,92 | 0,38 | — | — | 85,2 | — | 54,80 | 4,65 |
| $59_{36}$ | 25 | — | 15,09 | 0,37 | — | — | 92,3 | — | 60,80 | 6,43 |
| $60_{36}$ | 28 | — | 15,87 | 0,33 | — | — | 97,1 | — | 61,81 | 4,52 |
| $63_{36}$ | 27 | 26 | 16,71 | 0,44 | 17,45 | 0,26 | 102,2 | 109,5 | 58,89 | 6,15 |
| $66_{36}$ | 30 | 25 | 19,37 | 0,47 | 17,64 | 0,26 | 118,5 | 110,7 | 44,38 | 4,16 |
| $67_{36}$ | 28 | — | 19,00 | 0,56 | — | — | 116,2 | — | 49,11 | 5,61 |
| $68_{36}$ | 25 | 23 | 19,67 | 0,24 | 16,39 | 0,26 | 120,4 | 102,9 | 28,70 | 2,44 |
| $69_{36}$ | 24 | 17 | 19,90 | 0,56 | 16,56 | 0,44 | 121,7 | 104,0 | 57,04 | 5,16 |
| $70_{36}$ | 25 | 19 | 18,01 | 0,53 | 17,35 | 0,46 | 110,2 | 108,9 | 61,82 | 6,07 |
| $71_{36}$ | 30 | — | 17,71 | 0,40 | — | — | 108,4 | — | 65,23 | 7,30 |
| $72_{36}$ | 25 | — | 15,94 | 0,40 | — | — | 97,5 | — | 74,58 | 6,44 |
| $73_{36}$ | 31 | — | 17,13 | 0,44 | — | — | 104,8 | — | 51,29 | 5,57 |
| $74_{36}$ | 26 | 27 | 15,94 | 0,27 | 15,28 | 0,25 | 97,5 | 95,9 | 79,04 | 4,61 |
| $75_{36}$ | — | 25 | — | — | 16,48 | 0,20 | — | 103,5 | — | — |
| $77_{36}$ | 29 | — | 15,45 | 0,43 | — | — | 94,5 | — | 70,91 | 4,58 |
| $79_{36}$ | 26 | — | 15,43 | 0,43 | — | — | 94,4 | — | 73,73 | 5,97 |
| $81_{36}$ | 25 | 27 | 14,53 | 0,45 | 16,40 | 0,29 | 88,9 | 103,0 | 67,02 | 5,09 |
| $82_{36}$ | 26 | 25 | 13,69 | 0,38 | 15,43 | 0,24 | 83,8 | 96,9 | 48,92 | 3,59 |
| $83_{36}$ | 28 | 28 | 14,70 | 0,39 | 14,45 | 0,27 | 90,0 | 90,7 | 63,96 | 4,06 |
| $84_{36}$ | 27 | 24 | 15,61 | 0,32 | 15,73 | 0,17 | 95,5 | 98,7 | 63,76 | 3,37 |
| $85_{36}$ | — | 19 | — | — | 16,02 | 0,19 | — | 100,6 | — | — |
| $86_{36}$ | — | 26 | — | — | 15,53 | 0,19 | — | 97,5 | — | — |
| $87_{36}$ | — | 25 | — | — | 15,57 | 0,21 | — | 97,7 | — | — |
| $88_{36}$ | 27 | 25 | 16,50 | 0,35 | 16,17 | 0,21 | 101,0 | 101,5 | 64,93 | 3,46 |
| $89_{36}$ | 27 | 27 | 16,40 | 0,44 | 17,17 | 0,28 | 100,3 | 107,5 | 78,14 | 6,08 |
| $91_{36}$ | 23 | 23 | 16,24 | 0,44 | 16,47 | 0,26 | 103,9 | 103,4 | 63,30 | 6,91 |
| $92_{36}$ | 29 | 25 | 14,38 | 0,33 | 14,87 | 0,23 | 88,0 | 93,3 | 56,97 | 5,23 |
| $93_{36}$ | — | 26 | — | — | 15,78 | 0,19 | — | 99,1 | — | — |
| $94_{36}$ | 29 | 24 | 14,18 | 0,33 | 14,52 | 0,31 | 86,8 | 91,2 | 43,64 | 3,47 |
| $98_{36}$ | 29 | 21 | 16,58 | 0,54 | 15,06 | 0,32 | 101,4 | 94,5 | 53,22 | 5,87 |
| $105_{36}$ | 28 | 25 | 15,16 | 0,45 | 15,41 | 0,24 | 92,8 | 96,7 | 66,63 | 4,65 |
| $107_{36}$ | — | 26 | — | — | 15,88 | 0,28 | — | 99,7 | — | — |
| $108_{36}$ | 29 | 25 | 14,71 | 0,42 | 15,60 | 0,24 | 90,0 | 97,9 | 55,91 | 4,26 |
| $109_{36}$ | — | 24 | — | — | 15,31 | 0,22 | — | 96,1 | — | — |
| $122_{36}$ | 25 | — | 18,58 | 0,27 | — | — | 113,7 | — | 87,12 | 6,64 |
| $124_{36}$ | 23 | — | 16,42 | 0,36 | — | — | 100,5 | — | 84,59 | 6,11 |

Pflanzenmaterial ermittelt wurden. Die höheren Werte der Koeffizienten aus der Ernte 1938 sind nur so zu erklären, daß die Untersuchungen an zu jungen — knapp einjährigen — Einzelpflanzen durchgeführt wurden. Die mittleren Einzelpflanzenerträge sind auch im Jahre 1939 zum Teil wesentlich höher als im Jahre 1938 (Tab. 9).

Vergleicht man bei Ernte 1938 die Koeffizienten der Zuchtstämme $Index_{36}$ mit denen der Stämme $Index_{34}$ (Tab. 10), so ist auch hier klar ersichtlich, daß das ältere dreijährige Material eine deutlich geringere Varia-

der Zuchtstämme Index$_{86}$ Ernte 1938 und 1939
Standardabweichungen u. Variationskoeffizienten

| ertrag | | Relativ | | Rohprotein | | | | Trockensubstanz | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1939 | | 1938 | 1939 | 1938 | 1939 | 1938 | 1939 | 1938 | 1939 | 1938 | 1939 |
| M in g Φ-Stamm | ± m | Φ = 60,88 = 100 | Φ = 76,01 = 100 | in % σ | in % σ | % V | % V | in g σ | in g σ | % V | % V |
| — | — | 83,8 | — | ±2,48 | — | 13,97 | — | ± 33,78 | — | 66,21 | — |
| — | — | 85,8 | — | ±2,76 | — | 16,31 | — | ± 23,33 | — | 44,69 | — |
| — | — | 108,4 | — | ±2,19 | — | 13,25 | — | ± 35,62 | — | 53,79 | — |
| — | — | 90,5 | — | ±2,32 | — | 16,93 | — | ± 25,19 | — | 45,73 | — |
| 65,88 | 6,12 | 81,1 | 86,7 | ±1,87 | ±1,55 | 12,80 | 10,08 | ± 29,79 | ± 29,98 | 60,36 | 45.51 |
| 73,38 | 8,25 | — | 96,5 | — | ±1,12 | — | 6,89 | — | ± 39,61 | — | 43,98 |
| — | — | 90,1 | — | ±1,92 | — | 13,79 | — | ± 23,24 | — | 42,41 | — |
| — | — | 100,0 | — | ±1,86 | — | 12,33 | — | ± 32,15 | — | 52,88 | — |
| — | — | 101,6 | — | ±1,73 | — | 10,90 | — | ± 23,91 | — | 38,69 | — |
| 67,26 | 6,84 | 96,8 | 88,5 | ±2,28 | ±1.35 | 13,64 | 7,74 | ± 32,00 | ± 34,87 | 54,34 | 51,84 |
| 65,73 | 4,75 | 72,9 | 86,5 | ±2,55 | ±1,28 | 13,16 | 7,26 | ± 22,81 | ± 23,73 | 51,40 | 36,10 |
| — | — | 80,7 | — | ±2,97 | — | 15,63 | — | ± 29,16 | — | 59,38 | — |
| 72,74 | 6,54 | 47,1 | 95,7 | ±1,19 | ±1,24 | 6,05 | 7,57 | ± 12,19 | ± 31,39 | 42,47 | 43,15 |
| 95,29 | 7,55 | 93,7 | 125,3 | ±2,75 | ±1,80 | 13,82 | 10,87 | ± 25,29 | ± 31,12 | 44,34 | 32,66 |
| 82,33 | 8,67 | 101,6 | 108,3 | ±2,63 | ±2,01 | 14,60 | 11,58 | ± 30,36 | ± 39,71 | 49,11 | 48,23 |
| — | — | 107,2 | — | ±2,18 | — | 12,31 | — | ± 39,37 | — | 60,36 | — |
| — | — | 122,6 | — | ±2,02 | — | 22,67 | — | ± 32,18 | — | 43,15 | — |
| — | — | 84,3 | — | ±2,47 | — | 14,42 | — | ± 31,12 | — | 60,67 | — |
| 91,22 | 5,65 | 128,9 | 120,0 | ±1.36 | ±1,28 | 8,53 | 8,38 | ± 23,53 | ± 29,40 | 29,77 | 32,23 |
| 85,04 | 8,28 | — | 111,9 | — | ±1,00 | — | 6,07 | — | ± 41,42 | — | 48.71 |
| — | — | 116,5 | — | ±2,30 | — | 14,89 | — | ± 24,71 | — | 34,85 | — |
| — | — | 121,2 | — | ±2,18 | — | 14,13 | — | ± 29,84 | — | 40,47 | — |
| 78,61 | 8,84 | 110,2 | 103,4 | ±2.24 | ±1.29 | 15.42 | 7,87 | ± 25,45 | ± 46,75 | 37,97 | 59,47 |
| 69,88 | 5,45 | 80,4 | 91,9 | ±1,93 | ±1,21 | 14,10 | 7,84 | ± 18,31 | ± 27,72 | 37,43 | 39,67 |
| 78,00 | 5,02 | 105,1 | 102,6 | ±2,06 | ±1,43 | 14,10 | 9,90 | ± 21,50 | ± 26,54 | 33,61 | 34,03 |
| 74,83 | 5,90 | 104,8 | 98,5 | ±1,65 | ±0.84 | 10,57 | 5,35 | ± 17,54 | ± 28,92 | 27,51 | 38,65 |
| 65,74 | 5,51 | — | 86,5 | — | ±0,83 | — | 5,21 | — | ± 28,64 | — | 43,57 |
| 69,39 | 4,70 | — | 91,3 | — | ±0,99 | — | 6,34 | — | ± 24,87 | — | 35,84 |
| 84,64 | 5,50 | — | 111,4 | — | ±1,07 | — | 6,87 | — | ± 27,51 | — | 32,50 |
| 67,68 | 6,09 | 106,7 | 89,0 | ±1,84 | ±1,07 | 11,15 | 6,62 | ± 17,97 | ± 30,46 | 27,68 | 45.01 |
| 74,78 | 6,88 | 128,4 | 98,4 | ±2,30 | ±1,45 | 14,02 | 8,47 | ± 30,99 | ± 35,75 | 39,66 | 47,81 |
| 61,67 | 6,72 | 101,5 | 81,1 | ±2,12 | ±1,26 | 13,05 | 7,65 | ± 33,17 | ± 32,92 | 52,40 | 53,38 |
| 65,25 | 6,84 | 93,6 | 85,8 | ±1,80 | ±1,14 | 12,52 | 7,67 | ± 27,67 | ± 33,51 | 48,57 | 51,36 |
| 82,12 | 4,81 | — | 108,0 | — | ±0,95 | — | 6,02 | — | ± 24,52 | — | 29,86 |
| 73,75 | 6,29 | 71,7 | 97,0 | ±1,80 | ±1,51 | 12,69 | 10,40 | ± 18,68 | ± 30,82 | 42,80 | 41.79 |
| 60,00 | 5,95 | 87,5 | 78,9 | ±2,93 | ±1,48 | 17,67 | 9,83 | ± 31,66 | ± 27,26 | 59,49 | 45,43 |
| 85,52 | 8,73 | 109,5 | 112,5 | ±2,38 | ±2,18 | 15,70 | 7,66 | ± 24,60 | ± 43,63 | 36,92 | 51,02 |
| 74,96 | 5,44 | — | 98,6 | — | ±1,44 | — | 9,07 | — | ± 27,75 | — | 37,02 |
| 88,58 | 6,66 | 92,0 | 116,5 | ±2,24 | ±1,21 | 15,23 | 7,76 | ± 22,97 | ± 33,96 | 41,08 | 38,34 |
| 98,17 | 6,61 | — | 129,2 | — | ±1,09 | — | 7,12 | — | ± 32,37 | — | 32,97 |
| — | — | 143,1 | — | ±1,34 | — | 7,21 | — | ± 33,22 | — | 38,15 | — |
| — | — | 139,1 | — | ±1,71 | — | 10,41 | — | ± 29.31 | — | 34,65 | — |

bilität im Rohproteingehalt aufweist. Dagegen zeigen die gleichen Stämme mit Index$_{84}$ bei der Ernte 1939 schon eine größere Variabilität, also größere Variationskoeffizienten, als die Nachkommenschaften mit Index$_{86}$. In diesem Jahre ist eine Abnahme der Vitalität des älteren Zuchtmaterials erkennbar, was sich natürlich auch in den physiologischen Eigenschaften auswirken muß.

Auch die Höhe des Proteingehaltes ist stark vom Alter der Pflanzen abhängig. So liegen die Gehaltszahlen der Stämme mit Index$_{84}$ sowohl 1938 wie auch 1939 höher als die der Stämme mit Index$_{86}$. Das gilt

Tabelle 10
Rohproteingehalt und Pflanzenertrag
1. Schnitt, absolute und relative Werte —

| Stamm | Anzahl Einzelpflanzen | | Rohprotein | | | | Relativ | | Trockensubstanz- | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1938 | | 1939 | | 1938 | 1939 | 1938 | |
| | 1938 | 1939 | M in % Φ-Stamm | ± m | M in % Φ-Stamm | ± m | Φ = 19,04 = 100 | Φ = 16,99 = 100 | M in g Φ-Stamm | ± m |
| $2005_{34}$ | 61 | — | 17,54 | 0,20 | — | — | 92,1 | — | 68,98 | 4,82 |
| $2009_{34}$ | 67 | — | 20,06 | 0,19 | — | — | 105,4 | — | 75,85 | 4,51 |
| $2010_{34}$ | 44 | — | 18,49 | 0,22 | — | — | 97,1 | — | 74,99 | 3,59 |
| $2013_{34}$ | 62 | 39 | 18,77 | 0,23 | 16,53 | 0,21 | 98,6 | 97,3 | 69,06 | 4,07 |
| $2016_{34}$ | — | 56 | — | — | 16,42 | 0,16 | — | 96,6 | — | — |
| $2017_{34}$ | 14 | — | 17,73 | 0,39 | — | — | 93,1 | — | 60,57 | 4,87 |
| $2018_{34}$ | 34 | — | 18,94 | 0,25 | — | — | 99,5 | — | 76,28 | 6,13 |
| $2022_{34}$ | 10 | — | 19,05 | 0,46 | — | — | 100,1 | — | 81,10 | 4,70 |
| $2027_{34}$ | 34 | 18 | 18,46 | 0,26 | 16,53 | 0,36 | 97,0 | 97,3 | 82,22 | 5,01 |
| $2028_{34}$ | 32 | — | 16,89 | 0,30 | — | — | 88,7 | — | 69,97 | 4,28 |
| $2029_{34}$ | 10 | — | 18,46 | 0,83 | — | — | 97,0 | — | 61,50 | 7,81 |
| $2031_{34}$ | 15 | — | 18,49 | 0,36 | — | — | 97,1 | — | 83,17 | 9,29 |
| $2034_{34}$ | 10 | — | 20,05 | 0,62 | — | — | 105,3 | — | 79,30 | 7,04 |
| $2036_{34}$ | 17 | — | 19,29 | 0,37 | — | — | 101,3 | — | 77,64 | 4,14 |
| $2037_{34}$ | 40 | 22 | 19,04 | 0,22 | 16,95 | 0,35 | 99,9 | 99,8 | 80,46 | 4,47 |
| $2038_{34}$ | 7 | — | 20,58 | 0,42 | — | — | 108,1 | — | 114,00 | 13,04 |
| $2039_{34}$ | 22 | — | 18,55 | 0,32 | — | — | 97,4 | — | 85,07 | 5,42 |
| $2047_{34}$ | 55 | 12 | 19,72 | 0,24 | 16,38 | 0,61 | 103,6 | 96,4 | 83,65 | 3,67 |
| $2049_{34}$ | 14 | 7 | 19,29 | 0,34 | 17,26 | 0,55 | 101,3 | 101,6 | 61,86 | 7,92 |
| $2050_{34}$ | 44 | 32 | 19,49 | 0,23 | 16,49 | 0,34 | 102,4 | 97,1 | 77,00 | 3,64 |
| $2051_{34}$ | 64 | 36 | 19,48 | 0,18 | 17.35 | 0,22 | 102,3 | 102,1 | 70,01 | 3,53 |
| $2053_{34}$ | 13 | — | 18,69 | 0,63 | — | — | 98,2 | — | 65,85 | 8,96 |
| $2054_{34}$ | 20 | 8 | 19,05 | 0,45 | 17,80 | 0,48 | 100,1 | 104,8 | 75.38 | 5,67 |
| $2058_{34}$ | 25 | 10 | 20,02 | 0,30 | 17,00 | 0,55 | 105,1 | 100,1 | 58,84 | 6,51 |
| $2064_{34}$ | 65 | 6 | 18,74 | 0,15 | 17,13 | 0,87 | 98,4 | 100,8 | 58,69 | 2,99 |
| $2066_{34}$ | 47 | 6 | 17,78 | 0,27 | 16,90 | 0.95 | 93,4 | 99,5 | 62,31 | 4,98 |
| $2067_{34}$ | — | 23 | — | — | 17,94 | 0,29 | — | 105,6 | — | — |
| $2079_{34}$ | 38 | — | 20,37 | 0,21 | — | — | 107,0 | — | 67,22 | 2,75 |
| $2080_{34}$ | 36 | — | 20,15 | 0,23 | — | — | 105,8 | — | 71,54 | 3,46 |

vorwiegend für den 1. Schnitt; im 2. Schnitt sind keine Unterschiede vorhanden (Tab. 11, 12).

Der höhere Proteingehalt findet eine Erklärung darin, daß ältere Pflanzen im allgemeinen stärker bestockt, zum Teil feinstengeliger und auch blattreicher sind, während jüngere Pflanzen meist geringer bestockt, etwas grobstengeliger und hochwüchsiger sind.

Die praktische Schlußfolgerung für die Durchführung derartiger Untersuchungen ist die, daß Eiweißbestimmungen am zweckmäßigsten an 2—3jährigen Einzelpflanzenmaterial beim 1. Schnitt durchgeführt werden müssen. Jüngere bzw. ältere Pflanzenbestände zeigen eine wesentlich größere Variabilität.

## b) Pflanzenertrag und Eiweißertrag

Der wichtigste Eiweißertragsfaktor ist zweifellos der Pflanzenertrag. Darum ist es notwendig, auch diesen Faktor sowohl bei Einzelpflanzen wie bei Stämmen in seiner Schwankungsbreite, also seiner Variabilität, zu untersuchen.

der Zuchtstämme Index$_{34}$ Ernte 1938 und 1939
Standardabweichungen u. Variationskoeffizienten

| ertrag | | Relativ | | Rohprotein | | | | Trockensubstanz | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1939 | | 1938 | 1939 | 1938 | 1939 | 1938 | 1939 | 1938 | 1939 | 1938 | 1939 |
| M in g Φ-Stamm | ± m | Φ = 73,55 = 100 | Φ = 54,85 = 100 | in % σ | in % σ | % V | % V | in g σ | in g σ | % V | % V |
| — | — | 93,8 | — | ± 1,53 | — | 8,72 | — | ± 37,61 | — | 54,52 | — |
| — | — | 103,1 | — | ± 1,55 | — | 7,73 | — | ± 36,58 | — | 48,32 | — |
| — | — | 102,0 | — | ± 1,45 | — | 7,84 | — | ± 23,81 | — | 31,75 | — |
| 36,85 | 3,22 | 93,9 | 67,2 | ± 1,80 | ± 1,30 | 9,59 | 7,86 | ± 23,05 | ± 20,14 | 46,41 | 54,65 |
| 39,55 | 4,20 | — | 72,1 | ± — | ± 1,20 | — | 7,31 | — | ± 30,86 | — | 78,02 |
| — | — | 82,4 | — | ± 1,45 | — | 8,18 | — | ± 18,23 | — | 30,10 | — |
| — | — | 103,7 | — | ± 1,44 | — | 7,60 | — | ± 35,76 | — | 46,88 | — |
| — | — | 110,3 | — | ± 1,44 | — | 7,56 | — | ± 14,86 | — | 18,32 | — |
| 69,89 | 10,63 | 111,8 | 127,4 | ± 1,54 | ± 1.51 | 8,34 | 9,13 | ± 29,21 | ± 45,09 | 35,53 | 64,52 |
| — | — | 95,1 | — | ± 1,67 | — | 9,89 | — | ± 24,24 | — | 34,64 | — |
| — | — | 83,6 | — | ± 2,36 | — | 12,78 | — | ± 24,69 | — | 40,15 | — |
| — | — | 113,1 | — | ± 1,40 | — | 7,57 | — | ± 35,94 | — | 43,21 | — |
| — | — | 107,8 | — | ± 1,96 | — | 9,78 | — | ± 22,25 | — | 28,06 | — |
| — | — | 105,6 | — | ± 1,51 | — | 7,83 | — | ± 17,05 | — | 21,96 | — |
| 62,09 | 6,02 | 109,4 | 113,2 | ± 1,42 | ± 1,63 | 7,46 | 9,62 | ± 28,24 | ± 28,21 | 35,10 | 45,43 |
| — | — | 155,0 | — | ± 1.11 | — | 5,39 | — | ± 34,56 | — | 30,32 | — |
| — | — | 115,7 | — | ± 1,49 | — | 8,03 | — | ± 25,43 | — | 29,89 | — |
| 55,92 | 8,50 | 113,7 | 102,0 | ± 1,80 | ± 2,10 | 9,13 | 12,82 | ± 27,23 | ± 29,42 | 32,55 | 52,61 |
| 51,57 | 5,14 | 84,1 | 94,0 | ± 1,28 | ± 1,46 | 6,64 | 8,46 | ± 29,62 | ± 13,62 | 47,88 | 26,41 |
| 58,19 | 2,22 | 104,7 | 106,1 | ± 1,55 | ± 1,90 | 7,95 | 11,52 | ± 24,11 | ± 12,56 | 31,31 | 21,58 |
| 56,44 | 4,65 | 95,2 | 102,9 | ± 1,45 | ± 1,34 | 7,44 | 7,72 | ± 28,22 | ± 27,92 | 40,31 | 49,47 |
| — | — | 89,5 | — | ± 2,26 | — | 12,09 | — | ± 22,35 | — | 49,13 | — |
| 42,13 | 6,09 | 102,5 | 76,8 | ± 2,03 | ± 1,36 | 10,66 | 7,64 | ± 25,33 | ± 17,23 | 33,60 | 40,90 |
| 64,50 | 9,26 | 80,0 | 117,6 | ± 1,51 | ± 1,73 | 7,54 | 10,18 | ± 32,54 | ± 39,26 | 55,30 | 60,87 |
| 32,50 | — | 79,8 | 59,3 | ± 1,21 | ± 2,14 | 6,46 | 12,49 | ± 24,06 | — | 41.00 | — |
| 94.00 | — | 84,7 | 171,4 | ± 1,88 | ± 2,32 | 10,57 | 13,73 | ± 34,18 | — | 54,85 | — |
| 44,91 | 4,75 | — | 81,9 | — | ± 1,40 | — | 7,80 | — | ± 22,27 | — | 49,59 |
| — | — | 91,4 | — | ± 1,30 | ± — | 6,38 | — | ± 16,91 | — | 25,16 | — |
| — | — | 97,3 | — | ± 1,39 | ± — | 6,90 | — | ± 20,73 | — | 28,98 | — |

Tabelle 8 zeigt, daß sehr große Unterschiede im Einzelpflanzenertrag innerhalb der Nachkommenschaften vorhanden sind; beispielsweise bewegen sich diese Werte bei Stamm 122$_{36}$ zwischen 22,0 und 168,0 g. Diese Bestimmungen stammen aus der Ernte 1938 1. Schnitt, im Jahre 1939 sind in einzelnen Stämmen noch größere Schwankungen zu beobachten (Tab. 9). Eine relativ gleichgroße Variationsbreite ist bei dem Eiweißertrag von Einzelpflanzen nachweisbar: seine Höhe ist als Produkt aus Pflanzenertrag × Rohproteingehalt sehr stark vom Pflanzenertrag abhängig. Deswegen können auch die über die Variabilität des Pflanzenertrages gemachten Feststellungen sinngemäß bei der Beurteilung der Variationsbreite des Eiweißertrages Anwendung finden. Abweichungen sind im einzelnen natürlich durch die jeweilige Höhe des Eiweißgehaltes bedingt, spielen aber bei dieser allgemeinen Betrachtung keine wesentliche Rolle, so daß eine gesonderte Untersuchung der Variabilität des Eiweißertrages nicht erforderlich ist. Einzelheiten über die korrelativen Wechselbeziehungen der einzelnen Eiweißertragskomponenten werden noch im nächsten Abschnitt bzw. bei der Besprechung der Korrelationen eingehend untersucht.

Tabellen 11 und 12

Rohproteingehalt und Pflanzenertrag der Zuchtstämme $Index_{34}$ (Tab. 11) und $Index_{35}$ (Tab. 12) Ernte 1937

2. Schnitt, absolute und relative Werte — Standardabweichungen u. Variationskoeffizienten

| Stamm | Pflanzenzahl | Rohprotein | | Trockensubstanz | | Rohprotein | Trockensubstanz | Rohprotein in % | Trockensubstanz in % | Rohprotein % | Trockensubstanz % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | M in % Φ-Stamm | ± m | M in g Φ-Stamm | ± m | Relativ Φ = 100 | Relativ Φ = 100 | σ | σ | V | V |
| $2021_{34}$ | 27 | 20,53 | 0,277 | 40,86 | 2,069 | 98,6 | 90,6 | ± 1,44 | ± 10,75 | ± 7,01 | ± 26,31 |
| $2026_{34}$ | 11 | 21,71 | 0,648 | 41,77 | 2,255 | 104,3 | 92,6 | ± 2,15 | ± 7,48 | ± 9,90 | ± 17,91 |
| $2027_{34}$ | 23 | 21,15 | 0,296 | 44,52 | 3,451 | 101,6 | 98,7 | ± 1,42 | ± 16,55 | ± 6,71 | ± 37,17 |
| $2037_{34}$ | 32 | 20,91 | 0,311 | 41,29 | 1,913 | 100,5 | 91,5 | ± 1,76 | ± 10,82 | ± 8,42 | ± 26,20 |
| $2039_{34}$ | 20 | 18,75 | 0,391 | 47,20 | 2,746 | 90,1 | 104,6 | ± 1,75 | ± 12,28 | ± 9,33 | ± 26,02 |
| $2073_{34}$ | 22 | 21,19 | 0,354 | 47,86 | 2,107 | 101,8 | 106,1 | ± 1,62 | ± 9,88 | ± 7,65 | ± 20,64 |
| $2079_{34}$ | 44 | 21,44 | 0,202 | 48,33 | 1,379 | 103,0 | 107,1 | ± 1,34 | ± 9,15 | ± 6,25 | ± 18,93 |
| $2082_{34}$ | 34 | 20,83 | 0,208 | 49,13 | 2,128 | 100,1 | 108,9 | ± 1,19 | ± 12,41 | ± 5,71 | ± 25,26 |
| $1_{35}$ | 42 | 19,70 | 0,231 | 39,67 | 1,412 | 99,1 | 96,5 | ± 1,50 | ± 9,15 | ± 7,59 | ± 23,07 |
| $2_{35}$ | 45 | 18,80 | 0,298 | 40,26 | 2,106 | 94,6 | 98,0 | ± 2,00 | ± 14,13 | ± 10,63 | ± 35,10 |
| $3_{35}$ | 44 | 18,80 | 0,276 | 39,42 | 1,666 | 94,6 | 95,9 | ± 1,83 | ± 11,05 | ± 9,75 | ± 28,03 |
| $4_{35}$ | 53 | 18,91 | 0,218 | 41,00 | 1,710 | 95,2 | 99,8 | ± 1,59 | ± 12,45 | ± 8,39 | ± 30,37 |
| $5_{35}$ | 47 | 19,76 | 0,181 | 35,44 | 1,445 | 99,4 | 86,2 | ± 1,24 | ± 9,91 | ± 6,27 | ± 27,96 |
| $10_{35}$ | 71 | 18,94 | 0,206 | 45,86 | 1,075 | 95,3 | 111,6 | ± 1,73 | ± 9,06 | ± 9,15 | ± 19,76 |
| $11_{35}$ | 54 | 17,99 | 0,175 | 52,53 | 1,648 | 90,5 | 127,8 | ± 1,29 | ± 12,11 | ± 7,17 | ± 23,05 |
| $13_{35}$ | 45 | 18,61 | 0,218 | 50,56 | 1,667 | 93,7 | 123,0 | ± 1,46 | ± 11,18 | ± 7,86 | ± 22,11 |
| $15_{35}$ | 23 | 18,42 | 0,429 | 39,44 | 1,451 | 92,7 | 96,0 | ± 2,06 | ± 6,96 | ± 11,17 | ± 17,65 |
| $21_{35}$ | 42 | 19,30 | 0,292 | 38,39 | 1,200 | 97,1 | 93,4 | ± 1,89 | ± 7,78 | ± 9,80 | ± 20,27 |
| $25_{35}$ | 28 | 20,06 | 0,268 | 33,80 | 1,846 | 101,0 | 82,2 | ± 1,42 | ± 9,77 | ± 7,08 | ± 28,91 |
| $29_{35}$ | 50 | 20,63 | 0,235 | 43,17 | 1,636 | 103,8 | 105,0 | ± 1,66 | ± 11,57 | ± 8,05 | ± 26,80 |
| $32_{35}$ | 50 | 19,31 | 0,193 | 42,84 | 1,662 | 97,2 | 104,2 | ± 1,37 | ± 11,75 | ± 7,07 | ± 27,43 |
| $34_{35}$ | 51 | 20,18 | 0,209 | 37,18 | 1,141 | 101,6 | 90,5 | ± 1,49 | ± 8,15 | ± 7,40 | ± 21,92 |
| $35_{35}$ | 42 | 20,77 | 0,209 | 36,78 | 1,423 | 104,5 | 89,5 | ± 1,35 | ± 9,22 | ± 6,51 | ± 25,07 |
| $36_{35}$ | 53 | 20,97 | 0,215 | 40,63 | 1,231 | 105,5 | 98,9 | ± 1,57 | ± 8,96 | ± 7,47 | ± 22,05 |
| $37_{35}$ | 42 | 21,02 | 0,258 | 35,78 | 1,328 | 105,8 | 87,1 | ± 1,67 | ± 8,61 | ± 7,95 | ± 24,06 |
| $40_{35}$ | 56 | 21,26 | 0,195 | 38,22 | 1,223 | 107,0 | 93,0 | ± 1,51 | ± 9,15 | ± 7,12 | ± 23,94 |
| $42_{35}$ | 42 | 20,99 | 0,333 | 36,39 | 1,548 | 105,6 | 88,5 | ± 2,16 | ± 10,03 | ± 10,29 | ± 24,56 |
| $44_{35}$ | 42 | 20,29 | 0,198 | 40,22 | 1,437 | 102,1 | 97,9 | ± 1,28 | ± 9,31 | ± 6,33 | ± 23,15 |
| $45_{35}$ | 42 | 20,87 | 0,185 | 41,86 | 1,935 | 105,0 | 101,8 | ± 1,20 | ± 12,54 | ± 5,74 | ± 29,96 |
| $55_{35}$ | 48 | 20,15 | 0,220 | 40,92 | 1,142 | 101,4 | 99,6 | ± 1,53 | ± 7,91 | ± 7,58 | ± 19,33 |
| $57_{35}$ | 49 | 20,86 | 0,218 | 37,87 | 1,280 | 105,0 | 92,1 | ± 1,53 | ± 8,96 | ± 7,33 | ± 23,66 |
| $59_{35}$ | 48 | 20,78 | 0,252 | 43,62 | 1,578 | 104,6 | 106,1 | ± 1,74 | ± 10,93 | ± 8,39 | ± 25,06 |
| $63_{35}$ | 49 | 18,93 | 0,188 | 40,62 | 2,293 | 95,3 | 98,8 | ± 1,32 | ± 16,05 | ± 6,95 | ± 34,51 |
| $67_{35}$ | 53 | 18,92 | 0,185 | 45,63 | 1,445 | 95,2 | 111,0 | ± 1,35 | ± 10,52 | ± 7,12 | ± 23,06 |
| $68_{35}$ | 45 | 21,06 | 0,267 | 41,91 | 1,316 | 106,0 | 102,0 | ± 1,79 | ± 8,83 | ± 8,49 | ± 21,07 |
| $69_{35}$ | 44 | 21,66 | 0,213 | 44,90 | 2,206 | 108,8 | 109,2 | ± 1,42 | ± 14,63 | ± 6,55 | ± 32,58 |
| $70_{35}$ | 49 | 20,35 | 0,291 | 40,29 | 1,129 | 102,4 | 98,0 | ± 2,04 | ± 7,90 | ± 10,01 | ± 19,61 |
| $73_{35}$ | 55 | 18,69 | 0,217 | 43,48 | 1,571 | 94,1 | 105,8 | ± 1,61 | ± 11,65 | ± 8,60 | ± 26,80 |
| $74_{35}$ | 43 | 19,01 | 0,239 | 45,46 | 1,493 | 95,7 | 110,6 | ± 1,57 | ± 9,79 | ± 8,26 | ± 21,54 |

Die Einzelpflanzenertragswerte lassen also eine außerordentlich große Variationsbreite erkennen, bis zu 600 prozent. Unterschieden und mehr. Sie ist demnach wesentlich größer als die des Rohproteingehaltes (Unterschiede bis zu 130 %!), und ist weit eher ein Maßstab für die Formenfülle eines Stammes als die geringe Variabilität des Eiweißgehaltes. Trotz dieser großen Schwankungsbreite der Einzelpflanzenerträge sind deutliche Stammesunterschiede in der Ertragsleistung erkennbar, wie die Tabellen 9 und 13 zeigen. Aus den jeweils angegebenen ± m-Werten geht hervor, daß diese Unterschiede auch statistisch weitgehend gesichert sind.

Tabelle 13.

Schwankung der Erträge von Stämmen

| Jahr | Stämme | Gewicht in g ⌀-Stamm niedrig ⟶ höchst | Unterschiede bis zu |
|---|---|---|---|
| 1938 | $Index_{84}$ . . . . . | 58,69 ⟶ 111,0 | 100 % |
| 1938 | $Index_{86}$ . . . . . | 28,70 ⟶ 87,1 | 200 % |
| 1939 | $Index_{84}$ . . . . . | 32,50 ⟶ 94,0 | 200 % |
| 1939 | Index[illegible] . . . . . | 61,70 ⟶ 98,17 | 60 % |

Zum Vergleich der Nachkommenschaften in ihrer Ertragsvariabilität mußte auch hier wieder die Bestimmung der Variationskoeffizienten durchgeführt werden. Die schon bei Stamm $122_{86}$ festgestellten Ertragsunterschiede geben die Erklärung für die zum Teil sehr hohen Variationskoeffizienten. Sie bewegen sich bei den Stämmen mit $Index_{86}$ — Ernte 1938, 1. Schnitt — in einer Größenordnung von $v = 27{,}5\,\%$—$66{,}2\,\%$. Bei Gegenüberstellung der Variationskoeffizienten für Rohproteingehalt und denen für Pflanzenertrag gleicher Stämme ist festzustellen, daß ein hoher oder niedriger Variationskoeffizient für Ertrag nicht auch einen hohen bzw. niedrigen Variationskoeffizient für Rohproteingehalt bedingt. Das heißt mit anderen Worten: die beiden Eiweißertragskomponenten: Pflanzenertrag und Rohproteingehalt variieren vollständig unabhängig voneinander. Diese Tatsache ist züchterisch außerordentlich wichtig und kann durch weitere Untersuchungen (S. 250 und 253) erhärtet werden. Die Ausführungen, die über den Einfluß des Alters auf die Variationsbreite des Rohproteingehaltes gemacht wurden, treffen auch für die Variabilität der Einzelpflanzenerträge zu: größte Variationskoeffizienten, das heißt größte Schwankungen und Ertragsdifferenzen innerhalb der Stämme, wurden im ältesten bzw. jüngsten Material ermittelt, dagegen zeigte das normal entwickelte 2—3jährige Zuchtmaterial zwar auch hohe, aber doch nicht extrem hohe Variationskoeffizienten.

In welchem Maße die Größe der Variationskoeffizienten durch Bodenunterschiede und modifikative Variabilität der Einzelpflanze beeinflußbar ist, könnte nur durch Klonanalyse entschieden werden. Schätzungen sind nicht möglich. Starken Einfluß haben jedenfalls einmal das Alter und offenbar in noch stärkerem Maße der Zeitpunkt der Schnittnahme. So liegen sowohl bei den älteren wie auch bei den jüngeren Stämmen die Werte für die Variationskoeffizienten im Erntejahr 1937 — 2. Schnitt — wesentlich niedriger (Tab. 12) als die aus den Analysen der Ernten 1938 und 1939 — 1. Schnitt — ermittelten (Tab. 9). Dieser Unterschied ist wohl in folgendem begründet: Die Ertragsanalyse an Einzelpflanzenjahreserträgen bei dreimaliger Schnittnahme ist so, daß der 2. Schnitt ungefähr 50—60 % und der 3. Schnitt nur noch etwa 30—40 % des 1. Schnittes liefern (Tab. 14).

Aus den Tabellen 9 und 12 geht hervor, daß zwischen den Stämmen im 2. Schnitt längst nicht so große Ertragsunterschiede vorhanden sind wie in den Ernten des 1. Schnittes. Ausschlaggebend aber ist der 1. Schnitt; eine Beurteilung von Zuchtmaterial bei der 2. Schnittnahme kann zu weniger klaren Schlußfolgerungen über den Wert bestimmter Leistungsmerkmale, und wie hier deren Variabilität führen.

### 2. Vergleich von a) und b) in graphischen Darstellungen

Die obigen Darlegungen haben sich im wesentlichen auf die Untersuchung der Variabilität der einzelnen den Eiweißertrag bedingenden Leistungseigenschaften, Pflanzenertrag und Rohproteingehalt beschränkt. Es wurde festgestellt, daß diese unabhängig voneinander und verschieden stark variieren. Im folgenden soll versucht werden, das Zusammenwirken bzw. die gegenseitige Beeinflussung dieser Leistungsmerkmale im Hinblick auf die Eiweißleistung herauszuarbeiten. An Hand der beiden graphischen Darstellungen (Abb. 3) sei zunächst nur auf die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Rohproteingehalt, Pflanzenertrag und Eiweißertrag hingewiesen. Die genaue mathematische Formulierung dieser Beziehungen mittels Korrelationskoeffizienten unter Benutzung eines wesentlich größeren Zahlenmaterials erfolgt an anderer Stelle.

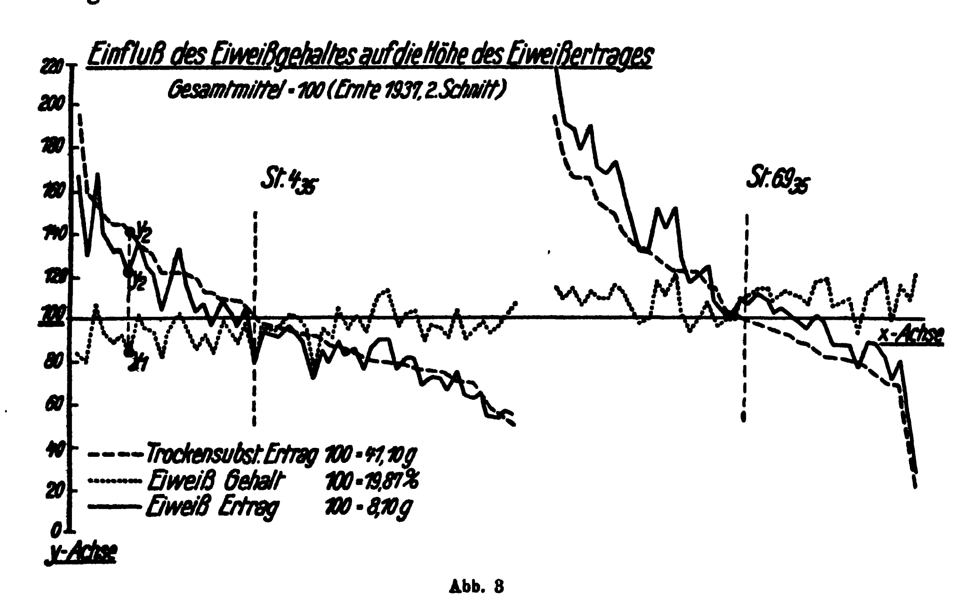



Abb. 3

Alle Punkte der graphischen Darstellungen stellen Relativwerte dar, die auf das Gesamtmittel aller Einzelpflanzen der Ernte 1938 bezogen sind. Auf diese Weise ist es möglich, alle Leistungswerte auf einen Nenner (100) zu beziehen, und dadurch auch Stammesunterschiede hervorzuheben.

Es werden die Einzelpflanzenleistungen zweier Stämme mit hohem (Stamm $69_{35}$) und niedrigem (Stamm $4_{35}$) Eiweißgehalt verglichen. Auf der x-Achse sind die Einzelpflanzen in der Weise geordnet aufgetragen, daß ihre Pflanzenerträge eine von links nach rechts in der Rangfolge: höchst → niedrig mehr oder weniger stark abfallende Ertragskurve darstellen. Zu jedem Wert y (Pflanzenertrag) sind für jede Pflanze die entsprechenden Werte $y_1$ (Eiweißgehalt) und $y_2$ (Eiweißertrag) eingezeichnet.

Auf der y-Achse links sind die Relativzahlen mit dem Mittelwert = 100 aufgetragen.

Auffallend ist zunächst bei beiden Stämmen der ziemlich gleichsinnige Verlauf der Pflanzen- und Eiweißertragskurven, nur mit dem Unterschied, daß die Eiweißertragskurve bei Stamm $4_{35}$ infolge des geringeren Eiweißgehaltes im allgemeinen unterhalb der Pflanzenertragskurve verläuft, während, wie der Kurvenverlauf bei Stamm $69_{35}$ zeigt, der relative Eiweißertrag bei

diesem Stamme infolge des durchweg höheren Eiweißgehaltes der Einzelpflanzen deutlich höher liegt als der relative Pflanzenertrag. Die Relativwerte für den Mittelwert im Eiweißgehalt der Stämme liegen bei Stamm $4_{35}$ etwa bei 95 und bei Stamm $69_{35}$ bei 109 zum Gesamtmittel (= 100). Es ist demnach bei der Eiweißertragsbildung ein deutlicher Einfluß des Eiweißgehaltes neben dem dominierenden Einfluß des Pflanzenertrages festzustellen (vgl. auch Tab. 8).

Weiterhin ist aus diesen Darstellungen ersichtlich, daß die Schwankungen im Eiweißgehalt völlig unabhängig sind von der Höhe des Pflanzenertrages. Lediglich bei Stamm $4_{35}$ ist eine ganz schwach angedeutete Abhängigkeit des Eiweißgehaltes vom Pflanzenertrag insofern festzustellen, als mit fallendem Pflanzenertrag ein kaum merklicher Anstieg im Eiweißgehalt zu beobachten ist. Grundsätzlich kann jedoch die Verschiedenartigkeit der Variabilität von Pflanzenertrag und Eiweißgehalt auch hier wieder bestätigt werden (vgl. Tab. 9—12).

### 3. Untersuchungen an Blättern, Stengeln und Blüten

Sehr wertvolle Zahlenunterlagen lieferten die Bestimmungen, die an Blättern, Stengeln und Blüten von etwa 200 Pflanzen von 8 Stämmen durchgeführt werden konnten. Die Einzelergebnisse sind in den Tabellen 14—16 zusammengestellt.

Durchschnittliche Analysenwerte an Einzelpflanzen von 8 Zuchtstämmen
Ernte 1938 3. Schnitt und 1939 1. und 2. Schnitt

Tabelle 14. Trockengewichte in g

| Stamm | Stengelgewichte | | | Blattgewichte | | | Gesamtertrag | | | Blatt-Stengelverhältnis | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1. Schnitt | 2. Schnitt | 3. Schnitt | 1. Schnitt | 2. Schnitt | 3. Schnitt | 1. Schnitt | 2. Schnitt | 3. Schnitt | 1. Schnitt | 2. Schnitt | 3. Schnitt |
| $50_{36}$ | 56 | — | 16,7 | 29 | — | 17,6 | 85 | — | 34,3 | 0,51 | — | 1,05 |
| $52_{36}$ | 73 | — | 14,1 | 42 | — | 16,9 | 115 | — | 31,0 | 0,57 | — | 1,21 |
| $58_{36}$ | — | 21 | 16,5 | — | 15 | 15,9 | — | 36 | 32.4 | — | 0,71 | 0,96 |
| $67_{36}$ | — | 20 | 18,5 | — | 16 | 20,4 | — | 36 | 38,9 | — | 0,80 | 1,10 |
| $72_{36}$ | 63 | 26 | 19,1 | 32 | 20 | 19,9 | 95 | 46 | 39,0 | 0,51 | 0,78 | 1,04 |
| $73_{36}$ | 58 | 33 | 18,4 | 29 | 19 | 17,4 | 87 | 52 | 35,8 | 0,50 | 0,58 | 0,95 |
| $77_{36}$ | 53 | 33 | 18,5 | 24 | 19 | 17,4 | 77 | 52 | 35,9 | 0,48 | 0,58 | 0,94 |
| $80_{36}$ | 55 | — | 18.0 | 30 | — | 18,0 | 85 | – | 36,0 | 0,55 | — | 1,00 |
| Φ je Einzelpflanze | 59,7 | 26,6 | 17,48 | 31,0 | 17,8 | 17,94 | 90,7 | 44,4 | 35,41 | 0,52 | 0,69 | 1,03 |

Tabelle 15. Rohproteingehalt in %

| Stamm | Stengel | | | Blätter | | | Blüten | | | Gesamt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1. Schnitt | 2. Schnitt | 3. Schnitt | 1. Schnitt | 2. Schnitt | 3. Schnitt | 1. Schnitt | 2. Schnitt | 3. Schnitt | 1. Schnitt | 2. Schnitt | 3. Schnitt |
| $50_{36}$ | 11,62 | — | 10,66 | 25,38 | — | 27,30 | 27,84 | — | 32,33 | 15,85 | — | 19,12 |
| $52_{36}$ | 11,95 | — | 11,25 | 26,38 | — | 29,14 | 27,25 | — | 34,23 | 17,32 | — | 21,00 |
| $58_{36}$ | — | 13,42 | 10,80 | — | 29,12 | 28,72 | — | 29,65 | 30,54 | — | 19,98 | 19,56 |
| $67_{36}$ | — | 13,22 | 10,50 | — | 29,64 | 30,93 | — | 29.05 | 33,03 | — | 20,53 | 21,28 |
| $72_{36}$ | 12,32 | 11,66 | 10,34 | 27,26 | 28,52 | 31,13 | 28,82 | 28,64 | 33,13 | 17,46 | 19,01 | 21,00 |
| $73_{36}$ | 11,56 | 10,20 | 10,69 | 26,97 | 28,62 | 30,54 | 29,12 | 26,89 | 32,58 | 16.64 | 16,83 | 20,03 |
| $77_{36}$ | 12,06 | 12,07 | 11,19 | 26,83 | 29,32 | 31,42 | 28,05 | 28,83 | 34,74 | 16,50 | 18,32 | 21,00 |
| $80_{36}$ | 12,55 | — | 11,12 | 26,53 | — | 29,88 | 31,40 | — | 34,18 | 17,49 | — | 20,04 |
| Φ je Einzelpflanze | 12,01 | 12,11 | 10,82 | 26.56 | 29,04 | 29,88 | 28,75 | 28,61 | 33,10 | 16,88 | 18,93 | 20,39 |

Tabelle 16. Eiweißertrag in g

| Stamm | Stengel | | | Blätter | | | Gesamt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1. Schnitt | 2. Schnitt | 3. Schnitt | 1. Schnitt | 2. Schnitt | 3. Schnitt | 1. Schnitt | 2. Schnitt | 3. Schnitt |
| 50$_{36}$ | 6,54 | — | 1,76 | 7,19 | — | 4,80 | 13,48 | — | 6,56 |
| 52$_{36}$ | 9,07 | — | 1,59 | 11,19 | — | 4,92 | 20,26 | — | 6,51 |
| 58$_{36}$ | — | 2,62 | 1,75 | — | 4,27 | 4,59 | — | 6,89 | 6,34 |
| 67$_{36}$ | — | 2,50 | 2.00 | — | 4,84 | 6,31 | — | 7,34 | 8,31 |
| 72$_{36}$ | 7.66 | 2,90 | 2,01 | 8,82 | 5,68 | 6,21 | 16,48 | 8,58 | 8,22 |
| 73$_{36}$ | 6,69 | 3,32 | 1,96 | 7.68 | 5,64 | 5,31 | 14,37 | 8,96 | 7,27 |
| 77$_{36}$ | 6,89 | 3,88 | 2,07 | 6,93 | 5,53 | 5,46 | 13,82 | 9,41 | 7,53 |
| 80$_{36}$ | 6,99 | — | 1,98 | 8,06 | — | 5,39 | 15,05 | — | 7,37 |
| Φ je Einzelpflanze | 7,31 | 3,04 | 1,89 | 8,31 | 5,19 | 5,37 | 15,51 | 8,24 | 7,26 |

Die für diese Bestimmungen geernteten Pflanzen wurden zu Blühbeginn geschnitten: 1. und 2. Schnitt im Jahr 1939, 3. Schnitt 1938. Stengel — auch die feinen Seitenstengel — und Blätter, diese nur mit kleinsten Blattstielchen — sowie die Blüten mit den am weitesten ausgebildeten Knospen wurden getrennt geerntet. Nach gleichmäßiger Trocknung im Trockenschrank bei 36—40° C wurden die entsprechenden Trockengewichte festgestellt, nicht die von den Blütchen, da diesen infolge ihres ganz geringen Gewichtsanteils für die Untersuchungen keine Bedeutung zukommt.

Es wurde neben den Gewichten der Rohproteingehalt — für Blätter, Stengel und Blüten getrennt — und das Blatt-Stengelverhältnis (Bl.-St.) des Trockengewichtes ermittelt. Diese letzte Bestimmung resultiert aus dem Verhältnis Blattgewicht : Stengelgewicht. Ein günstiges Blatt-Stengelverhältnis entspricht hohem Blattanteil z. B. = 0,70, ein ungünstiges geringem Blattanteil etwa 0,30. Der Gesamtproteingehalt mußte errechnet werden:

$$\frac{\text{Gesamteiweißertrag}}{\text{Gesamtpflanzenertrag}} = 100.$$

Die Tabellen vermitteln die Durchschnittswerte je Stamm in den drei Schnitten. Sie brauchen im einzelnen nicht besprochen zu werden, nur auf einige für die späteren Untersuchungen wichtige Zahlen sei kurz hingewiesen:

Wenn auch die Bestimmungen nicht der Ernte eines Jahres entstammen, so sind doch deutliche Unterschiede sowohl im Blatt-Stengelverhältnis wie auch im Gesamteiweißgehalt in den drei Schnitten erkennbar: Der Blattanteil sowie der Rohproteingehalt sind im 1. Schnitt am niedrigsten und im 3. Schnitt am höchsten. Bleier (Tab. 6) konnte eine deutliche Zunahme des Blattanteils im 2. Schnitt nicht feststellen, dagegen einen doppelt so hohen Stengeleiweißgehalt wie im 1. Schnitt, der durch die eigenen Bestimmungen nicht bestätigt werden kann. Der Blatteiweißgehalt, dessen absolute Schwankungsbreite bei Einzelpflanzen im 1., 2. und 3. Schnitt aus Tabelle 17a ersichtlich ist, ist im 2. und 3. Schnitt um etwa 3,30% (Φ) höher als im 1. Schnitt. Diese Tatsache sowie der höhere Blattanteil bedingen die höheren Werte für den Gesamteiweißgehalt der beiden letzten Schnitte. Daraus darf, wie die späteren Untersuchungen zeigen werden, nicht die Schlußfolgerung gezogen werden, daß der höhere Blattanteil allein einen hohen Eiweißgehalt bedingt.

Auf die Ertragsanalyse der Einzelpflanzen bei dreimaliger Schnittnahme wurde schon an anderer Stelle (S. 249) hingewiesen. Bezüglich der Unterschiede zwischen den Stämmen sei auf die Tabellen verwiesen. Zur Ermittlung mehrerer korrelativer Zusammenhänge wird das Material als eine Gesamtpopulation ohne Rücksicht auf Abstammung gewertet, um größere Zahlenunterlagen und damit sichere Ergebnisse zu bekommen.

Tabelle 17
Variabilität wichtiger Leistungsmerkmale von 100 Einzelpflanzen in 3 Schnitten

Tabelle 17a. Absolute Schwankungen

| Schnitte | Pflanzenertrag in g | | Blatt-Stengel-verhältnis Blattgewicht : Stengelgewicht | | Gesamt-Rohprotein-gehalt % | | Rohprotein-gehalt Stengel % | | Rohprotein-gehalt Blätter % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | von | bis | von | bis | von | bis | von | bis | von | bis |
| 1. (1939) | 30 | 250 | 0,28 | 0,75 | 13,78 | 19,42 | 6,69 | 15,12 | 21,00 | 31,33 |
| 2. (1939) | 11 | 96 | 0,30 | 1,27 | 14,50 | 23,88 | 8,00 | 19,15 | 24,06 | 32.97 |
| 3. (1938) | 11 | 61 | 0,52 | 1,52 | 16,29 | 24,55 | 7,87 | 14,47 | 23,28 | 34,35 |

Tabelle 17b. Variationskoeffizienten (V)

| Schnitte | Pflanzen-ertrag V | Blatt-Stengel-verhältnis V | Gesamt-Rohprotein-gehalt V | Rohprotein-gehalt Stengel V | Rohprotein-gehalt Blätter V |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. (1939) | 39,81 | 21.35 | 7,40 | 10,17 | 6,02 |
| 2. (1939) | 45,56 | 28,03 | 10,47 | 16,82 | 5,36 |
| 3. (1938) | 30,39 | 19,60 | 7,50 | 10,85 | 6,91 |

Bei der Feststellung der Variabilität des Eiweißgehaltes in den Stengeln, Blättern und den Gesamtpflanzen zeigte sich (Tab. 17a und b), daß Eiweißgehalt der Stengel und Gesamteiweißgehalt stärker variieren als der Eiweißgehalt der Blätter. Sehr stark variiert auch das Blatt-Stengelverhältnis. Die geringere Variationsbreite des Eiweißgehaltes der Blätter wiesen auch Heuser (19) und Bleier (5) nach.

#### 4. Korrelationen, ihr Wert und Art der Berechnung

Die bisherigen Ausführungen haben einen Einblick in die Variationsbreite zweier wichtiger Leistungseigenschaften: Rohproteingehalt und Pflanzenertrag bei Luzerneeinzelpflanzen und -stämmen gegeben. Außerdem konnten statistisch gesicherte Unterschiede in diesen Merkmalen nachgewiesen werden. Diese Unterschiede sind das züchterische Ergebnis des bereits (S. 231) skizzierten Ausleseverfahrens. Die Differenzen im Rohproteingehalt der Stämme sind nicht dadurch hervorgerufen, daß besonders eiweißreiche Formen neben eiweißärmeren Pflanzen auf Grund von chemischen Eiweißanalysen zur Weiterzucht Verwendung fanden, sondern es ist bei der Auswahl der Elitepflanzen nach rein morphologischen Merkmalen wie Massenertrag, Standfestigkeit, Blattreichtum und Langlebigkeit ausgelesen worden, ohne daß der Eiweißgehalt der betreffenden Pflanzen bekannt war. Die auf Grund der Analysen ermittelten Werte sind also zunächst mehr oder weniger Zufallswerte. Wichtig ist aber die Frage, ob es möglich ist, mittels chemischer Eiweißanalysen an Einzelpflanzen und Stämmen nicht nur zufällig, sondern — was praktisch besonders wertvoll ist — durch Auslese hocheiweißreicher Formen mit größerer Sicherheit eiweißreiche Stämme zu entwickeln. Dazu ist zunächst erforderlich, klarzustellen, ob die gefundenen Unterschiede konstant, also erblich bedingt oder ob sie im wesentlichen modifikativer Art sind. Weiterhin ist zu untersuchen, welche einzelnen Faktoren — physiologische oder auch morphologische — Einfluß auf die Höhe des Gesamteiweißgehaltes haben. Es ist schon mehrfach versucht worden, korrelative Zusammenhänge zwischen morphologischen Merkmalen und dem Eiweißgehalt nicht nur bei Luzerne, sondern auch

bei anderen Futterpflanzen zu finden. So fanden Lowig und Deichmann (39, 40) bei Rotklee positive Beziehungen zwischen Blattfarbe und Eiweißgehalt, dunkellaubige Formen hatten deutlich höheren Proteingehalt als helllaubige; gleiche Beobachtungen teilt Boekholt (6) für Weißklee und Schwedenklee mit. Bei Luzerne konnte von Åkerberg und Hackbarth (1) das Vorhandensein einer solchen Korrelation nicht bestätigt werden.

Auch bei eigenen Bonitierungsergebnissen konnten keine Beziehungen zwischen Blattfarbe und Eiweißgehalt festgestellt werden. Dies seien nur einige Beispiele, die zeigen sollen, wie versucht wird, äußere Merkmale zu finden, die eine Auslese auf hohen Eiweißgehalt ermöglichen. Jedoch ist es bisher noch nicht gelungen, sichere Anhaltspunkte zu gewinnen.

Im folgenden soll das Hallenser Zuchtmaterial auf das Vorhandensein derartiger korrelativer Zusammenhänge überprüft werden, vor allem auch soll geklärt werden, ob die vorhandenen Unterschiede erblich oder modifikativ bedingt sind. Da es sich bei diesen Untersuchungen um die Feststellung der „korrelativen Variabilität" physiologischer und morphologischer Eigenschaften bei Einzelpflanzen und Stämmen handelt, wurde die Korrelationsrechnung nach Bravais in Anwendung gebracht. Der Korrelationskoeffizient ist ein zahlenmäßiger Ausdruck für die gegenseitige Abhängigkeit von zwei Variationsreihen. Bei gleichsinniger Variabilität spricht man von positiver Korrelation ($r = +0{,}1 \rightarrow +0{,}99$), bei gegensinniger von negativer Korrelation ($r = -0{,}1 \rightarrow -0{,}99$).

Da die Luzernepflanzen ein genotypisch nicht einheitliches Material darstellen, ist gewisse Vorsicht bei Schlußfolgerungen auf Grund der errechneten Korrelationswerte geboten. Johannsen (22, S. 400) bezeichnet sie bei derartigem Material als „reine Durchschnittsregeln statistischer Natur, die sich durch Selektion umgehen, verschieben, brechen lassen..." Hier sollen sie auch nur die statistisch gesicherten Unterlagen zur Charakterisierung grundsätzlicher Zusammenhänge liefern. So wird auch in dieser Erkenntnis darauf verzichtet, die Regressionskoeffizienten zu errechnen, um nicht zu falschen Schlußfolgerungen Anlaß zu geben.

Die Berechnung wurde, soweit es sich um großes Zahlenmaterial handelt, das eine Klasseneinteilung ermöglicht, nach der Formel (62) durchgeführt:

$$r = \frac{\Sigma p a_x a_y \cdot n b_x b_y}{n \sigma_x \cdot \sigma_y} \text{ (Bravais)}$$

$$f = \text{Fehler (Pearson und Filon)} = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}$$

Einzelheiten der Verrechnung können hier nicht besprochen werden (17, 22, 34, 35, 41, 58, 62). Auf folgendes sei nur kurz hingewiesen: bei der Berechnung von Korrelationskoeffizienten ohne Klasseneinteilung — bei geringerer Individuenzahl bei Stämmen — nach den Formeln

$$r = \frac{\Sigma VxVy - nMxMy}{n \sigma_x \sigma_y} \text{ (Johannsen)}$$

und

$$r_{xy} = \frac{\Sigma(XY)/_n - \overline{X}\overline{Y}}{\sqrt{\Sigma(X^2)/_n - [\Sigma(X)/_n]^2} \cdot \sqrt{\Sigma(Y^2)/_n - [\Sigma(Y)/_n]^2}} \text{ (Hayes and Garber)}$$

(beide Berechnungsarten sind praktisch gleich),

war teilweise ein sehr hohes Maß von Genauigkeit (4—5 Dezimalen) erforderlich, um einwandfreie Werte zu bekommen. Alle Korrelationsrechnungen sind doppelt durchgeführt worden unter Benutzung verschiedener „angenommener Mittelwerte" in den einzelnen Variationsreihen. Die Sicherheit wurde überprüft nach den Korrelationstabellen von Koller (34).

### a) Prüfung und Konstanz des Materials in verschiedenen Jahren und Schnitten

Im folgenden soll mittels der Korrelationsrechnung geprüft werden, welcher Art die Variabilität des Zuchtmaterials im Eiweißgehalt, Pflanzenertrag und Eiweißertrag ist. Es handelt sich hierbei um die Gegenüberstellung von 2 Variationsreihen gleichartiger Feststellungen — an Einzelpflanzen eines Stammes bzw. an mehreren Zuchtstämmen —, die in verschiedenen Schnitten gemacht werden. Die Möglichkeit solcher Vergleiche ist durch die Ermittlung gleicher Bestimmungen an gleichem Pflanzenmaterial in den Jahren 1938 und 1939 — 1. Schnitt — sowie durch die Blatt- und Stengeluntersuchungen an gleichen Pflanzen vom Aufwuchs des 1. und 2. Schnittes im Jahre 1939 gegeben. Folgende Korrelationen (K.) wurden aufgestellt:

K. I. Pflanzenertrag 1938:1939

| | | | | | Pflanzenzahl |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | | Φ-Stämme (Ind.$_{36}$) | r = + 0,4422 | ± 0,1846 | 19 |
| 2. | | Φ-Stämme (Ind.$_{34}$) | r = + 0,0992 | ± 0,2985 | 11 |
| 3. | bei Einzelpflanzen | Stamm 54$_{36}$ | r = + 0,7192 | ± 0,0936 | 21 |
| 4. | „ | „ 63 | r = + 0,6418 | ± 0,1153 | 26 |
| 5. | „ | „ 68 | r = + 0,3810 | ± 0,1961 | 19 |
| 6. | „ | „ 69 | r = + 0,7484 | ± 0,1067 | 17 |
| 7. | „ | „ 74 | r = + 0,8297 | ± 0,0611 | 26 |

K. II. Eiweißgehalt 1938:1939

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | | Φ-Stämme (Ind.$_{36}$) | r = + 0,6094 | ± 0,1442 | 19 |
| 2. | | Φ-Stämme (Ind.$_{34}$) | r = + 0,0499 | ± 0,3007 | 11 |
| 3. | bei Einzelpflanzen | Stamm 54$_{36}$ | r = + 0,5533 | ± 0,1515 | 21 |
| 4. | „ | „ 63 | r = + 0,4300 | ± 0,1599 | 26 |
| 5. | „ | „ 68 | r = + 0,4217 | ± 0,1886 | 19 |
| 6. | „ | „ 70 | r = + 0,6241 | ± 0,1401 | 19 |
| 7. | „ | „ 74 | r = + 0,5772 | ± 0,1308 | 24 |

K. III. Eiweißertrag 1938:1939

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | | Φ-Stämme (Ind.$_{36}$) | r = + 0,7040 | ± 0,1157 | 19 |
| 2. | | Φ-Stämme (Ind.$_{34}$) | r = + 0,1020 | ± 0,2983 | 11 |
| 3. | bei Einzelpflanzen | Stamm 54$_{36}$ | r = + 0,7179 | ± 0,1058 | 21 |
| 4. | „ | „ 63 | r = + 0,6216 | ± 0,1203 | 26 |
| 5. | „ | „ 68 | r = + 0,4199 | ± 0,1890 | 19 |
| 6. | „ | „ 74 | r = + 0,7691 | ± 0,0801 | 26 |

Das Ergebnis ist positiv und züchterisch außerordentlich günstig. Die deutlich positiven Korrelationskoeffizienten besagen, daß die wichtigsten Leistungsmerkmale Pflanzenertrag, Eiweißgehalt und Eiweißertrag sowohl bei Stämmen wie auch bei Einzelpflanzen eine deutliche Konstanz in der relativen Höhe ihrer Leistung zeigen. So wie die zahlreichen Herkunftsprüfungen in Deutschland ergeben haben, daß innerhalb der Herkünfte deutliche Ertragsunterschiede vorhanden sind, so ist durch diese Korrelationen bewiesen, daß es möglich ist, auch innerhalb einer Herkunft Stämme mit konstanten Leistungsunterschieden — besonders auch im Eiweißgehalt — zu entwickeln. Zwar stützt sich dieser Beweis nur auf zweijährige Prüfungsergebnisse — man kann diese Art von Korrelationen

etwa mit Leistungsprüfungen vergleichen —, jedoch ist die Gewähr für die Sicherheit dieser Folgerung durch eine Reihe von Einzelkorrelationen an den Einzelpflanzen wahllos aus dem Gesamtmaterial herausgegriffener Beispielsstämme gegeben (Korrelationen I 3—7, II 3—7; III 3—6). Für die Konstanz der Ertragsleistung spricht die Tatsache, daß die Korrelation Eiweißertrag der Stämme 1938: Eiweißertrag der Stämme 1939 sehr deutlich positiv ist. Wenn die Korrelation I — im Gegensatz zu den Korrelationen II und III — einen so deutlich positiven Korrelationswert aufweist, so ist das damit zu erklären, daß die Stammdurchschnittswerte in den beiden Jahren nicht aus dem gleichen Pflanzenmaterial resultieren (vgl. S. 233). Dadurch hat eine Veränderung der Stammittelwerte infolge der nachgewiesenen großen Variabilität der Einzelpflanzenerträge innerhalb der Stämme stattgefunden. Dieser Vorgang hat infolge der geringeren Variationsbreite des Eiweißgehaltes offenbar keinen nennenswerten Einfluß auf den Eiweißgehalt der Stämme gehabt, da der Korrelationswert sehr deutlich positiv ist (Korrelation II). Auch bei der Überprüfung der Konstanz der Leistungseigenschaften bei Einzelpflanzen wurden in allen Beispielsfällen (Korrelationen I 3—7, II 3—7, III 3—6) deutliche, teilweise sehr hoch positive Korrelationswerte ermittelt.

Vorstehende Ausführungen beziehen sich nur auf das Zuchtmaterial mit $Index_{86}$. Auffallend ist das Fehlen jeglicher Korrelation bei den Stämmen mit $Index_{84}$. Hier ist eine völlige Verschiebung der Stammittelwerte aller Leistungseigenschaften während der Prüfungsjahre festzustellen. Die Ursache liegt neben direkten Alterserscheinungen in den besonders starken Auswinterungsschäden des Zuchtmaterials (vgl. S. 233).

Die Ergebnisse beweisen eindeutig, daß es sich bei der Variabilität der Leistungsmerkmale nicht um eine solche rein modifikativer Art handeln kann. Wäre dies der Fall, so würde die Errechnung positiver Korrelationswerte ein Zufallsergebnis darstellen. Gerade die Häufigkeit der Ermittlung positiver Korrelationen läßt erkennen, daß die Leistungsunterschiede konstant und damit erblich bedingt sind. Die Tatsache, daß die Korrelationskoeffizienten insbesondere bei der Gegenüberstellung der Analysenwerte von Einzelpflanzen nicht noch näher bei $r = +1{,}0$ liegen, zeigt, daß auch modifikative Veränderungen vorhanden sind, die durch Boden- und Witterungseinflüsse bedingt sind. Diese sind jedoch meistens nicht so groß, daß die erblichen Unterschiede verwischt werden. Außerdem ist natürlich auch mit entwicklungsphysiologisch bedingten Veränderungen der Leistungseigenschaften zu rechnen, die aber im allgemeinen beim Vergleich von Analysenwerten gleicher Vegetationsphasen verschiedener Jahre nicht so stark in Erscheinung treten wie bei der Gegenüberstellung solcher Werte, die aus verschiedenen Vegetationsabschnitten eines Jahres ermittelt sind, wie die weiteren Untersuchungen zeigen werden. Diese bauen auf dem Zahlenmaterial auf, das aus den Blatt- und Stengelanalysen der Ernte 1939 vom Aufwuchs des 1. und des 2. Schnittes gewonnen wurde (Tab. 14—16).

K. IV. 1. Schnitt 1939 : 2. Schnitt 1939

| | | | r | ± | Pflanzenzahl |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Pflanzenertrag | $Ind._{86}$ | $r = +0{,}5704$ | $\pm 0{,}0954$ | 50 |
| 2. | Eiweißgehalt | „ | $r = +0{,}3293$ | $\pm 0{,}1261$ | 50 |
| 3. | Blatt-Stengelverhältnis | „ | $r = +0{,}1840$ | $\pm 0{,}1366$ | 50 |
| 4. | Eiweißgehalt der Blätter | „ | $r = +0{,}0176$ | $\pm 0{,}1414$ | 50 |
| 5. | Eiweißgehalt der Stengel | „ | $r = +0{,}3644$ | $\pm 0{,}1226$ | 50 |

Die Gegenüberstellung der Einzelpflanzenerträge — Korrelation IV 1 — ergibt eine deutlich positive Korrelation, das heißt die im 1. Schnitt vorhandene Rangordnung in der Ertragsleistung der Einzelpflanzen bleibt im wesentlichen auch im 2. Schnitt erhalten. Dies mag als ein weiterer Nachweis der erblich bedingten Konstanz des Pflanzenertrages angesehen werden.

Die nächsten Korrelationen leiten schon über zu dem Versuch, die Pflanzenmerkmale oder Eigenschaften zu ermitteln, die einen hohen oder niedrigen Eiweißgehalt bedingen. Das werden zweifellos die Eigenschaften sein, die besonders deutliche korrelative Beziehungen zum Gesamteiweißgehalt aufweisen. Dabei ist es natürlich ebenfalls wieder wichtig, zu erforschen, ob es sich bei diesen auch um deutlich erbliche oder um stark modifizierbare Eigenschaften handelt. Auf Grund der Blatt- und Stengelanalysen konnte Einblick in die Variationsbreite des Eiweißgehaltes der Blätter und auch der Stengel genommen werden (Tab. 17). Es zeigte sich, daß der Eiweißgehalt der Stengel und Gesamteiweißgehalt ungefähr gleich, aber deutlich stärker als der Eiweißgehalt der Blätter variieren. Die vorhergehenden Untersuchungen haben ergeben, daß die Variationsbreite im Gesamteiweißgehalt bei Einzelpflanzen und Stämmen gestattet, konstante erbliche Unterschiede nachzuweisen. Je geringer eine Eigenschaft in einem Genotypengemisch variiert, um so schwerer wird der Nachweis eventuell vorhandener erblicher Unterschiede. Die Korrelation IV 2 zeigt, daß beim Vergleich der Analysen des 1. und 2. Schnittes eine erbliche Differenzierung des Gesamteiweißgehaltes noch eben möglich ist, obwohl, wie der nicht sehr hoch positive Korrelationskoeffizient erkennen läßt, schon größere Schwankungen im Eiweißgehalt vorhanden sein müssen (vgl. Korrelation II 3—7). Die gleiche Feststellung trifft für den Eiweißgehalt der Stengel zu (Korrelation IV 5).

Erbliche Unterschiede im Blatteiweißgehalt — Korrelation IV 4 — sind nicht nachweisbar, da kein positiver Korrelationswert bei der Gegenüberstellung Blatteiweißgehalt 1. Schnitt : Blatteiweißgehalt 2. Schnitt ermittelt werden kann. Offenbar wird hier die erbliche Variabilität durch die entwicklungsrhythmisch bedingte Modifizierbarkeit des Blatteiweißgehaltes überdeckt: in Tabelle 15 wurde im 2. Schnitt im Vergleich zum 1. Schnitt ein durchschnittlich 3,3 % höherer Eiweißgehalt der Blätter mitgeteilt.

Das Blatt-Stengelverhältnis — Korrelation IV 3 — scheint trotz seiner großen Variabilität (vgl. Tab. 17b) kein sehr konstantes Pflanzenmerkmal zu sein, jedenfalls unterliegt es von Schnittzeit zu Schnittzeit größten Veränderungen. Diese Feststellung erscheint sehr wichtig, da eine Auslese auf hohen Blattanteil nur dann Bedeutung gewinnen kann, wenn das Blatt-Stengelverhältnis eine sehr konstante erbliche Eigenschaft darstellt und auch in allen Wachstumsphasen erhalten bleibt. Auch die von Bleier (Tab. 6) veröffentlichten Zahlen lassen erkennen, daß das Blatt-Stengelverhältnis von Schnitt zu Schnitt größeren, nicht gleichsinnigen Schwankungen unterworfen zu sein scheint.

In diesem Zusammenhang sei folgendes gesagt: es müßte sowohl für das Blatt-Stengelverhältnis wie auch für den Blatt- und Stengeleiweißgehalt geprüft werden, ob diese Eigenschaften in bestimmten Schnitten verschiedener Jahre konstant und somit erblich bedingt sind (vgl. Korrelation I, II, III). Diese Untersuchungen konnten nicht durchgeführt werden, sie scheinen aber für die Feststellung der den Eiweißgehalt beeinflussenden Faktoren außerordentlich wichtig zu sein.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Unterschiede sowohl im Gesamteiweißgehalt wie auch sehr wahrscheinlich im

Eiweißgehalt der Stengel genotypisch bedingt sind. Dagegen konnte ein solcher Nachweis für den Eiweißgehalt der Blätter wie auch für das Blatt-Stengelverhältnis nicht erbracht werden.

### b) Züchterisch wichtige Korrelationen

Die folgenden Untersuchungen haben im wesentlichen die Erforschung der Wechselbeziehungen der Einzeleigenschaften zum Ziel.

Von mehreren Autoren — nach Hackbarth (16) — sind Mitteilungen über das Vorhandensein solcher Beziehungen gemacht worden. Doch sind das mit wenigen Ausnahmen (1, 15, 20) nur allgemeine Beobachtungen, die rechnerisch nicht nachgeprüft wurden. Für den Züchter kann eine solche Mitteilung wenig nützen, da er in den meisten Fällen keine genauen Anhaltspunkte dafür hat, mit welcher Sicherheit auf Grund derartiger Beobachtungen eine wirksame Auslese möglich ist. Es ist notwendig, daß solche Wechselbeziehungen auch rechnerisch überprüft werden, um wirklich exakte und gesicherte Unterlagen — z. B. Ermittlung des Korrelationskoeffizienten — zu schaffen, die einen Maßstab für die Brauchbarkeit von Korrelationen abgeben können. Derartige mittels exakter biometrischer Methoden erhaltene Korrelationswerte ermöglichen erst einwandfrei den unbedingt erforderlichen Vergleich gleicher an verschiedenartigem Material ermittelter Wechselbeziehungen, um so schließlich zu allgemeingültigen Gesetzmäßigkeiten zu kommen. Denn bisher muß immer noch die Einschränkung gemacht werden, daß die jeweiligen Ergebnisse nur für ein bestimmtes Material zutreffen und keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit besitzen.

K. V. Pflanzenertrag: Eiweißertrag

| | | | | Pflanzenzahl |
|---|---|---|---|---|
| $Ind._{36}$ | 1. Schnitt | $r = +0,9527$ | $\pm 0,0105$ | 77 |
| „ | 2. „ | $r = +0,9629$ | $\pm 0,0069$ | 111 |
| „ | 3. „ | $r = +0,9536$ | $\pm 0,0070$ | 166 |

Bei K. V wurde in allen drei Schnitten ein sehr hoch positiver Korrelationswert ermittelt. Die Gesetzmäßigkeit, daß hoher Pflanzenertrag meist auch hohen Eiweißertrag bedingt, tritt eigentlich bei allen Futterpflanzen in Erscheinung. Sie darf aber nicht dazu führen, daß der Wert des Eiweißgehaltes unterschätzt und bei der Auslese allein der Massenertrag berücksichtigt wird. Wie groß der Einfluß des Eiweißgehaltes auf die Höhe der Eiweißertragsleistung sein kann, geht z. B. aus den Weihenstephaner Prüfungsergebnissen (Tab. 3) deutlich hervor: Kayserluzerne steht im Heuertrag an 1., Grimmluzerne an 8. Stelle, letztere jedoch übertrifft infolge ihres wesentlich höheren Eiweißgehaltes die Kayserluzerne in der Eiweißertragsleistung.

An diesem Beispiel fällt auf, daß der hohe Eiweißgehalt offenbar mit einer geringeren Ertragsleistung gekoppelt ist, andererseits geht aber aus der gleichen Zusammenstellung hervor, daß nicht alle Herkünfte mit niedriger Ertragsleistung einen hohen Eiweißgehalt haben. Diese Feststellung führt zu der generellen Frage, ob korrelative Beziehungen zwischen Pflanzenertrag und Eiweißgehalt vorhanden sind. So stellte Specht (50) bei Steinklee eine deutlich negative Korrelation fest. Schon die graphischen Darstellungen (S. 250) ließen erkennen, daß wahrscheinlich bei Luzerne keine deutlichen Beziehungen zwischen diesen Leistungsmerkmalen bestehen; ebenso konnten Åkerberg und Hackbarth (1) bei der Überprüfung des Müncheberger Zuchtmaterials keine Korrelation finden. Da die Beantwortung

dieser Frage von größter praktischer Bedeutung ist, erschien es notwendig, auch das Hallenser Zuchtmaterial daraufhin eingehend zu überprüfen.

Korrelation VI. Pflanzenertrag: Eiweißgehalt

| Material | Pflanzenzahl | Ind. | Ernte | Schnitt | r | ± m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. E-Pflanzen . | 526 | 35 | 1937 | 2. | — 0,1756 | 0,0423 |
| 2. Φ-Stämme . | 31 | 35 | 1937 | 2. | — 0,4318 | 0,1461 |
| 3. E-Pflanzen . | 585 | 34 | 1938 | 1. | + 0,0315 | 0,0413 |
| 4. Φ-Stämme . | 27 | 34 | 1938 | 1. | + 0,4115 | 0,1599 |
| 5. E-Pflanzen . | 184 | 36 | 1938 | 1. | — 0,5256 | 0,0534 |
| 6. „ . | 186 | 36 | 1938 | 2. | — 0,5187 | 0,0536 |
| 7. Φ-Stämme . | 33 | 36 | 1938 | 1. | — 0,1330 | 0,1710 |
| 8. „ . | 12 | 34 | 1939 | 1. | — 0,0470 | 0,2880 |
| 9. „ . | 27 | 36 | 1939 | 1. | — 0,0528 | 0,1919 |
| 10. E-Pflanzen . | 75 | 36 | 1939 | 1. | + 0,1252 | 0,1137 |
| 11. „ . | 109 | 36 | 1939 | 2. | — 0,3293 | 0,0854 |

Durch 11 Einzelkorrelationen an Einzelpflanzen und Stämmen verschiedenen Alters und verschiedener Schnittzeiten wurde die Beziehung Pflanzenertrag: Eiweißgehalt geprüft. Das Ergebnis ist folgendes:

An normal entwickelten zwei- und dreijährigen Pflanzenbeständen vom Aufwuchs des ersten Schnittes ist praktisch keine Korrelation festzustellen (K. VI 3, 8, 9, 10); wohl aber wurden schwach negative (K. VI 1) bis deutlich negative Korrelationswerte (K. VI 2, 6, 11) an Pflanzenmaterial des 2. Schnittes errechnet. Die Kombination von hohem Pflanzenertrag und hohem Eiweißgehalt ist also möglich, jedoch müssen, um das Ziel sicher zu erreichen, züchterische Auslese und Eiweißbestimmungen, wie schon in anderem Zusammenhange (S. 246) begründet, am Aufwuchs des 1. Schnittes vorgenommen werden. Weitere Unterschiede in den ermittelten Korrelationswerten sind offenbar durch das Alter bedingt: deutlich negative Koeffizienten bei jungem einjährigem Material auch im 1. Schnitt — K. VI 5 —, ein schwach positiver Koeffizient bei älterem Material 1. Schnitt — K. VI 4. Bei der Beurteilung des Gesamtmaterials (S. 232) sowie bei der Besprechung der Variationsbreite der Leistungseigenschaften konnte schon auf solche durch Alter und Schnittzeit, also entwicklungsphysiologisch, bedingte Veränderungen hingewiesen werden.

Ähnliche Werte wurden bei der folgenden Korrelation in allen drei Schnitten ermittelt:

K. VII. Pflanzenertrag: Blatt-Stengelverhältnis

| | | r | ± m | Pflanzenzahl |
|---|---|---|---|---|
| $Ind._{36}$ | 1. Schnitt . . . . . . . . . . . | r = + 0,1264 | ± 0,1144 | 75 |
| „ | 2. „ . . . . . . . . . . | r = — 0,3240 | ± 0,0878 | 104 |
| „ | 3. „ . . . . . . . . . . | r = — 0,2147 | 0,0738 | 167 |

Deutliche Beziehungen zwischen Pflanzenertrag und Blatt-Stengelverhältnis können also nicht festgestellt werden; nur im Aufwuchs des 2. und 3. Schnittes wurden — züchterisch weniger günstig — schwach negative Koeffizienten errechnet. Freemann und Uphof beobachteten negative Beziehungen zwischen Grünertrag und Blattprozent, während Freemann zwischen Blattprozent und Ernteertrag keine Korrelation fand (16). Diese Beobachtungen sowie die eigenen Feststellungen lassen erkennen, daß es züchterisch durchaus möglich ist, hohen Pflanzenertrag

und günstiges Blatt-Stengelverhältnis zu kombinieren. Die Auslese muß jedoch ebenfalls im 1. Schnitt erfolgen.

Es wird vielfach die Ansicht vertreten (4, 5, 14, 31, 37), daß die Auslese auf hohen Blattanteil gleichzeitig eine Auswahl der eiweißreichsten Formen darstellt und deshalb eine chemische Analyse nicht erforderlich ist. Eine Nachprüfung der Beziehungen zwischen Blatt-Stengelverhältnis und dem Gesamteiweißgehalt erscheint jedoch schon auf Grund der von Bleier veröffentlichten (S. 240) erwähnten Untersuchungsergebnisse erforderlich.

K. VIII. Blatt-Stengelverhältnis: Gesamteiweißgehalt

| | | | | Pflanzenzahl |
|---|---|---|---|---|
| $Ind._{36}$ | 1. Schnitt | r = + 0,4856 | ± 0,0882 | 75 |
| „ | 2. „ | r = + 0,6338 | ± 0,0573 | 109 |
| „ | 3. „ | r = + 0,7450 | ± 0,0122 | 167 |

Die Ermittlung deutlich positiver Korrelationskoeffizienten bei den Korrelationen Blatt-Stengelverhältnis: Gesamteiweißgehalt läßt erkennen, daß tatsächlich beim 1. Schnitt deutliche, beim 2. und 3. Schnitt schon sehr enge Beziehungen bestehen. Das Vorhandensein positiver Beziehungen zwischen Blattprozent und N-Gehalt des Heus ist auch schon von Freemann beobachtet worden (16).

Wenn das Blatt-Stengelverhältnis ausschlaggebend für die Höhe des Eiweißgehaltes wäre, dann müßten die Korrelationswerte noch höher positiv sein; so aber liegt die Vermutung nahe, daß noch andere Eigenschaften der Pflanzen den Eiweißgehalt stark beeinflussen. Insbesondere scheint der Eiweißgehalt der Stengel (vgl. Tab. 6) in erheblichem Maße die Höhe des Gesamteiweißgehaltes zu bestimmen. Durch die Überprüfung der Korrelation Rohproteingehalt der Stengel: Gesamtrohproteingehalt wird dies vollauf bestätigt:

K. IX. Rohproteingehalt der Stengel: Gesamtrohproteingehalt

| | | | | Pflanzenzahl |
|---|---|---|---|---|
| $Ind._{36}$ | 1. Schnitt | r = + 0,7421 | ± 0,0515 | 76 |
| „ | 2. „ | r = + 0,7787 | ± 0,0372 | 112 |
| „ | 3. „ | r = + 0,5951 | ± 0,0501 | 167 |

In allen drei Schnitten wurden sehr hoch positive Korrelationswerte ermittelt. Der etwas geringere Wert im 3. Schnitt ist durch den sehr hohen Blattanteil bedingt.

Trotz seiner nachgewiesenen geringen Variabilität ist auch ein deutlicher Einfluß des Rohproteingehaltes der Blätter auf den Gesamteiweißgehalt nachweisbar.

K. X. Rohproteingehalt der Blätter: Gesamtrohproteingehalt

| | | | | Pflanzenzahl |
|---|---|---|---|---|
| $Ind._{36}$ | 1. Schnitt | r = + 0,5065 | ± 0,0864 | 74 |
| „ | 2. „ | r = + 0,3045 | ± 0,0869 | 109 |
| „ | 3. „ | r = + 0,6787 | ± 0,0509 | 112 |

Der hohe Korrelationswert im 3. Schnitt ist erklärlich durch den großen gewichtsmäßigen Anteil der Blätter in diesem Aufwuchs. Freemann beobachtete ebenfalls positive Beziehungen bei K. X (16).

Weiterhin interessiert natürlich in starkem Maße die korrelative Variabilität von Rohproteingehalt der Blätter und Rohproteingehalt der Stengel.

K. XI. Rohproteingehalt der Blätter: Rohproteingehalt der Stengel

| | | | | Pflanzenzahl |
|---|---|---|---|---|
| $Ind._{36}$ | 1. Schnitt | r = + 0,4707 | ± 0,0893 | 76 |
| „ | 2. „ | r = + 0,1729 | ± 0,0929 | 109 |
| „ | 3. „ | r = + 0,3225 | ± 0,0695 | 166 |

Trotz der verschieden starken Variationsbreite ist im ersten Schnitt doch eine deutlich positive Korrelation vorhanden, im Gegensatz zu den Feststellungen von Fleischmann (16), der negative Beziehungen mitteilt, die bei den eigenen Untersuchungen in keinem Schnitt vorhanden sind.

Es muß demnach angenommen werden, daß — wenigstens im 1. Aufwuchs — deutliche Beziehungen zwischen Eiweißgehalt der Blätter und der Stengel bestehen. Daraus erklären sich bis zu einem gewissen Grade auch die deutlich positiven Korrelationswerte der K. X, deren praktischer Wert deshalb nicht zu hoch eingeschätzt werden darf.

Zusammenfassend ist also festzustellen, daß in erster Linie der Eiweißgehalt der Stengel, dann das Blatt-Stengelverhältnis und schließlich in geringerem Maße der Eiweißgehalt der Blätter für die Höhe des Gesamteiweißgehaltes maßgebend sind. Das Blatt-Stengelverhältnis ist als eine in den einzelnen Schnitten stark variierende Eigenschaft anzusehen (K. IV 3), dagegen muß für den Eiweißgehalt der Stengel eine erbliche Konstanz angenommen werden (K. VI 5).

Ungeklärt, aber besonders wichtig, ist die Erforschung der Ursachen der Variabilität des Eiweißgehaltes der Stengel. Die in jedem Zuchtmaterial zu beobachtende große genotypisch bedingte morphologische Verschiedenheit der Stengel sowohl bei Einzelpflanzen wie auch bei Stämmen berechtigt zu der Annahme, daß korrelative Beziehungen zwischen dem Eiweißgehalt und bestimmten morphologischen Merkmalen der Stengel bestehen. Das Auffinden solcher Beziehungen wäre naturgemäß von größter praktischer Bedeutung. Eigene Beobachtungen, die an ganzen Pflanzen gemacht wurden, reichen nicht aus und lassen keine sicheren Schlußfolgerungen zu. So erscheint es dringend notwendig, Stengelanalysen vorzunehmen. Neben exakten Bonitierungen feiner morphologischer Unterschiede und deren Vergleich mit chemischen Analysenwerten müßten auch mikroskopische Untersuchungen an Stengelquerschnitten in bezug auf sicher vorhandene Unterschiede in der Stengelstruktur, im Rohfaseranteil, in Zellgröße u. a. m. durchgeführt werden. Nur so, bei Überprüfung eines größeren Pflanzenmaterials, scheint es möglich zu sein, wahrscheinlich vorhandene korrelative Beziehungen festzustellen und damit brauchbare Anhaltspunkte für die züchterische Auslese zu schaffen.

Die Tatsache, daß positive Beziehungen zwischen dem Rohproteingehalt der Blätter und der Stengel bestehen, berechtigt zu der Frage, ob bei günstiger werdendem Blatt-Stengelverhältnis möglicherweise eine Zunahme des Rohproteingehaltes der Stengel festzustellen ist.

K. XII. Eiweißgehalt des Stengels: Blatt-Stengelverhältnis

| | | | | Pflanzenzahl |
|---|---|---|---|---|
| $Ind._{36}$ | 1. Schnitt | r = — 0,0215 | ± 0,1360 | 54 |
| „ | 2. „ | r = + 0,3108 | ± 0,0869 | 108 |
| „ | 3. „ | r = + 0,1903 | ± 0,0748 | 166 |

Die Korrelationswerte der Korrelationen lassen nur beim Aufwuchs des 2. und 3. Schnittes schwach angedeutete positive Beziehungen erkennen,

so daß der Eiweißgehalt der Stengel im wesentlichen als eine unabhängig vom Blatt-Stengelverhältnis variierende Eigenschaft anzusehen ist.

Eine weitere Bestätigung der bisher gefundenen Zusammenhänge ist schließlich durch die folgenden für theoretische Erörterungen interessanten, züchterisch aber weniger bedeutungsvollen Wechselbeziehungen gegeben:

K. XIII. Blatt-Stengelverhältnis: Eiweißertrag

| | | | | Pflanzenzahl |
|---|---|---|---|---|
| $Ind._{86}$ | 1. Schnitt | $r = +0{,}2157$ | $\pm 0{,}1094$ | 76 |
| „ | 2. „ | $r = -0{,}1380$ | $\pm 0{,}0935$ | 110 |
| „ | 3. „ | $r = +0{,}5221$ | $\pm 0{,}0562$ | 167 |

K. XIV. Eiweißgehalt des Stengels: Eiweißertrag

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $Ind._{86}$ | 1. Schnitt | $r = +0{,}3215$ | $\pm 0{,}1029$ | 76 |
| „ | 2. „ | $r = -0{,}1916$ | $\pm 0{,}0923$ | 109 |
| „ | 3. „ | $r = +0{,}6260$ | $\pm 0{,}0472$ | 166 |

K. XV. Eiweißgehalt der Blätter: Eiweißertrag

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $Ind._{86}$ | 1. Schnitt | $r = +0{,}2522$ | $\pm 0{,}1074$ | 76 |
| „ | 2. „ | $r = +0{,}3278$ | $\pm 0{,}0859$ | 108 |
| „ | 3. „ | $r = +0{,}6778$ | $\pm 0{,}0420$ | 166 |

K. XVI. Blatt-Stengelverhältnis: Bl.-St.-V.-Eiweißertrag[1])

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $Ind._{86}$ | 1. Schnitt | $r = +0{,}9160$ | $\pm 0{,}0187$ | 74 |
| „ | 2. „ | $r = +0{,}7082$ | $\pm 0{,}0489$ | 104 |
| „ | 3. „ | $r = +0{,}7903$ | $\pm 0{,}0290$ | 168 |

Bei den Korrelationen K. XIII bis K. XVI ist der Einfluß der einzelnen Leistungsmerkmale: Blatt-Stengelverhältnis, Eiweißgehalt sowohl der Blätter wie auch der Stengel auf die Eiweißertragsleistung erkennbar. Wenn die Beziehungen im allgemeinen nicht so deutlich sind, so liegt das daran, daß der Eiweißertrag das Produkt aus Pflanzenertrag und Rohproteingehalt ist. Es wird also bei jeder Einzelkorrelation eigentlich die korrelative Variabilität von 3 Variationsreihen untersucht. — Die Tatsache, daß am Aufwuchs des 3. Schnittes immer deutlich positive Korrelationswerte ermittelt wurden, ist dadurch zu erklären, daß in diesem Aufwuchs der Gewichtsanteil der Blätter und der der Stengel zum Gesamtgewicht im Durchschnitt praktisch gleich ist: Blatt-Stengelverhältnis = 1,03. Deshalb mußte sich vor allem beim 3. Schnitt auch eine Gewichtsveränderung bzw. eine Änderung des Eiweißgehaltes der einzelnen Pflanzenteile auf die Höhe des Eiweißertrages auswirken.

Es ist zu erwarten, daß die Korrelationswerte von K. XVI ähnlich sind denen von K. VIII Pflanzenertrag: Eiweißertrag. Die etwas geringeren Koeffizienten, die am Aufwuchs des 2. und 3. Schnittes ermittelt wurden, lassen eine Veränderung des Blatt-Stengelverhältnisses-Eiweißertrag durch den Einfluß des Rohproteingehaltes sowohl der Stengel wie auch der Blätter erkennen.

### c) Korrelationen zwischen Samenertrag einerseits, Eiweißgehalt, Pflanzen- und Eiweißertrag andererseits

Bei den bisherigen Untersuchungen ist ein züchterisch besonders wichtiger Punkt — der Samenertrag — nicht berücksichtigt worden. Gerade dieser Faktor darf bei der Züchtung sowohl auf hohen Futterertrag als auf

---

[1]) Bl.-St.-V. - Eiweißertrag $= \frac{\text{Blatt-Eiweißertrag}}{\text{Stengel-Eiweißertrag}}$

hohen Eiweißgehalt keineswegs vernachlässigt werden, da er für jegliche erfolgreiche Züchtungsarbeit eine der wichtigsten Voraussetzungen bildet. — Deutschland kann nur einen geringen Teil (zur Zeit etwa 16,25 %)[1] seines Luzernesaatgutes selbst produzieren, da die klimatischen Bedingungen für einen lohnenden Samenbau nur in verhältnismäßig eng begrenzten Landstrichen gegeben sind (25). Es ist jedoch, wie auch die eigenen Untersuchungen zeigen werden, möglich, durch Züchtung (13, 18, 24, 48) Formen auszulesen, die gegenüber ungünstigen Witterungsbedingungen, die in sehr erheblichem Maße die Befruchtungsverhältnisse zu beeinflussen imstande sind, eine geringere Empfindlichkeit besitzen und somit eine Ausdehnung des Samenbaus auch in andere bisher als nicht geeignet erscheinende Gebiete gestatten.

Der Züchter hat also die Aufgabe, Luzernestämme zu schaffen, die die wichtigsten Leistungseigenschaften, hohen Pflanzenertrag, hohen Eiweißgehalt und hohen Samenertrag in sich vereinigen. Es ist notwendig, zu erforschen, ob diese Kombination tatsächlich möglich ist, oder ob eine Leistung die andere ausschließt, ob somit irgendwelche Beziehungen zwischen Samenertrag und den übrigen Leistungsmerkmalen vorhanden sind.

Neben züchterisch nicht sehr wertvollen Korrelationen, wie Blattfarbe oder Blütenfarbe zu Samenertrag u. a. (16, 54), ist von mehreren Forschern auch die wesentlich wichtigere Korrelation Pflanzenertrag zu Samenertrag untersucht worden, allerdings mit wechselnden, nicht einheitlichen Ergebnissen. So teilen Krey und Fleischmann (16) negative, Hackbarth und Ufer (15) schwach positive ($r = +0{,}20$) und Iffland (20) deutlich positive ($r = +0{,}66$) Beziehungen mit. Korrelationen zwischen Samenertrag und Eiweißgehalt bzw. Eiweißertrag sind noch nicht untersucht worden.

Zur Überprüfung dieser Verhältnisse konnten Eiweißanalysen, Pflanzen- und Samenertragsbestimmungen von etwa 300 Einzelpflanzen herangezogen werden. Diese Pflanzen entstammen 7 Zuchtstämmen und wurden zunächst stammweise auf das Vorhandensein solcher Korrelationen untersucht. Der Verlauf der verschiedenen Leistungskurven in den beiden graphischen Darstellungen (Abb. 4, 5) läßt die Zusammenhänge klar erkennen. — Innerhalb der einzelnen Stämme wurden Samenertragsgruppen in der Reihenfolge: niedrigste bis höchste Samenleistung gebildet. Jeder umrandete Punkt der Kurve (A) stellt den Durchschnittswert im Samenertrag einer solchen Gruppe dar, die bei Stamm $7_{85}$ aus 10 Pflanzen und bei Stamm $37_{85}$ aus 5 Pflanzen besteht. Die jeder dieser Gruppe entsprechenden Durchschnittswerte für Eiweißertrag (B), Pflanzenertrag (C) und Eiweißgehalt (D) bilden die entsprechenden Kurven (B, C, D) für diese Leistungseigenschaften. Durch Benutzung von Relativwerten ist ein Vergleich aller dieser Eigenschaften möglich. Die gestrichelte senkrechte Linie kennzeichnet den durchschnittlichen Samenertrag einer Einzelpflanze ($\phi$ von 300 Pflanzen). Die links und rechts angegebenen Prozentzahlen weisen auf den stammweise stark unterschiedlichen prozentischen Anteil an Pflanzen mit unter- bzw. überdurchschnittlichem Samenertrag hin.

Es ist eine sehr große Variabilität der Samenleistung der Einzelpflanzen innerhalb der Stämme zu beobachten: in Stamm $7_{85}$ z. B. schwankt diese zwischen 20 % und 340 % zum Mittel (3,56 g = 100), in Stamm $37_{85}$ nur von 10 % bis 170 %.

---

[1]) Jährlicher Bedarf = 445 000 ha : 3,5 (3—4 jähriger Wechsel)
= 127 000 . 0,3 dz = 38 200 dz
jährliche Eigenerzeugung = 6200 dz (1939 Wirtschaft und Statistik S. 465) = 16,25 %.

Die Abbildung 6 zeigt, daß neben deutlichen Unterschieden in den übrigen Leistungseigenschaften vor allem auch g r o ß e  S c h w a n k u n g e n  i n  d e r  S a m e n e r t r a g s l e i s t u n g  d e r  S t ä m m e vorhanden sind.

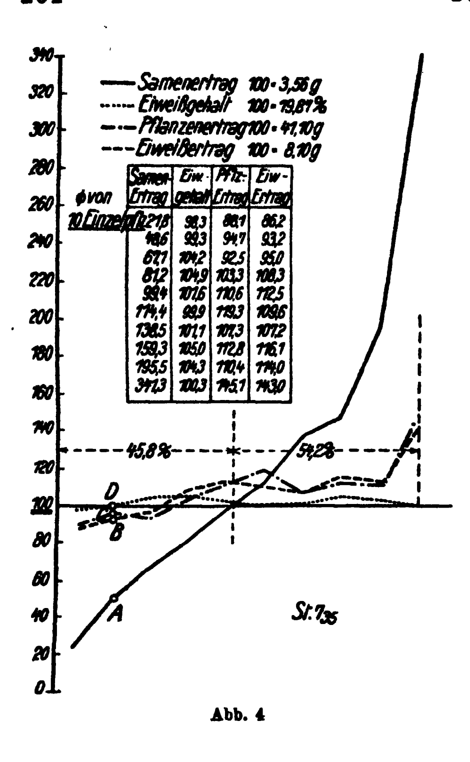



Abb. 4

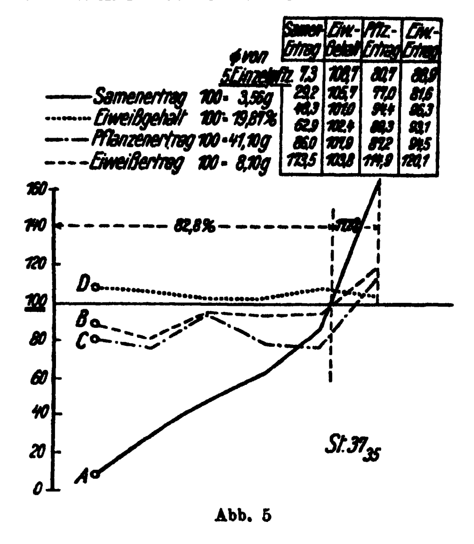



Abb. 5

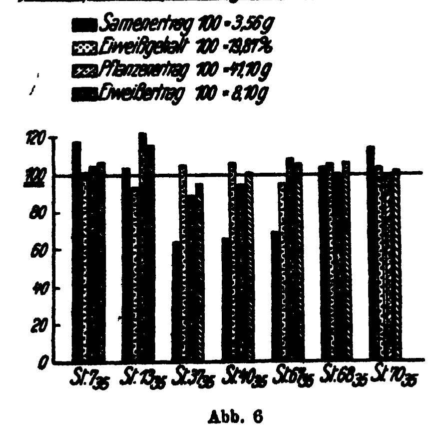



Abb. 6

Im übrigen lassen die Kurvenbilder im allgemeinen k e i n e  d e u t l i c h e n  B e z i e h u n g e n  z w i s c h e n  d e m  S a m e n e r t r a g  u n d  d e n  a n d e r e n  E i g e n s c h a f t e n  e r k e n n e n. Bei der großen Bedeutung solcher Untersuchungen für die Züchtung ist es erforderlich, die Beziehungen nochmals s t a t i s t i s c h zu überprüfen, um z a h l e n m ä ß i g e Belege zu bekommen. Zur Berechnung der folgenden Korrelationen wurden die Einzelpflanzen der 7 Stämme zu einer Gesamtpopulation zusammengefaßt, um durch Benutzung eines großen Zahlenmaterials (320 Pflanzen) sichere Korrelationswerte zu erhalten.

| | | | | Pflanzenzahl |
|---|---|---|---|---|
| K. XVII. | Samenertrag : Pflanzenertrag . . . | $r = +0{,}2728$ | $\pm 0{,}0520$ | 317 |
| K. XVIII. | Samenertrag : Eiweißgehalt . . . . | $r = -0{,}0474$ | $\pm 0{,}0558$ | 320 |
| K. XIX. | Samenertrag : Eiweißertrag . . . . | $r = +0{,}2952$ | $\pm 0{,}0515$ | 314 |

Die ermittelten Korrelationskoeffizienten bestätigen, daß die K o m b i n a t i o n  v o n  h o h e m  P f l a n z e n e r t r a g,  h o h e m  E i w e i ß g e h a l t  u n d  h o h e m  S a m e n e r t r a g  m ö g l i c h  s e i n  m u ß, da diese Eigenschaften im wesentlichen unabhängig voneinander variieren. Dabei wird die züchterische Auslese durch das Vorhandensein schwach positiver Beziehungen

bei K. XVII und K. XIX und das Fehlen jeglicher Korrelation bei K. XVIII noch erleichtert. Daß es auch tatsächlich möglich ist, solche günstigen Kombinationen zu erhalten, ist aus Tabelle 18 und Abb. 5 zu ersehen; die Stämme $7_{85}$, $13_{85}$, $68_{85}$ und $70_{85}$ befinden sich zur Zeit in einer gedrillten Leistungsprüfung, von der allerdings noch keine Prüfungsergebnisse mitgeteilt werden können.

Tabelle 18

Φ-Einzelpflanzenleistung von 7 Zuchtstämmen
(Gesamtmittel = 100)

| Stamm | Anzahl der Pflanzen | Samen 100 = 3,56 g | Eiweißgehalt 100 = 19,87 % | Trockensubstanz 100 = 41,10 g | Eiweißertrag 100 = 8,10 g |
|---|---|---|---|---|---|
| $7_{85}$ | 96 | 117,8 | 102,0 | 106,9 | 107,1 |
| $13_{85}$ | 30 | 103,5 | 92,7 | 123,3 | 115,0 |
| $37_{85}$ | 29 | 64,2 | 104,9 | 89,8 | 94,9 |
| $40_{85}$ | 22 | 65,5 | 106,3 | 94,6 | 100,8 |
| $67_{85}$ | 38 | 68,8 | 96,1 | 108,8 | 105,5 |
| $68_{85}$ | 34 | 103,8 | 105,2 | 100,3 | 106,0 |
| $70_{85}$ | 35 | 113,6 | 102,7 | 98,6 | 101,6 |

## III. Vererbung von Eiweißgehalt und Pflanzenertrag

Vererbungsuntersuchungen jeglicher Art sind an einem Objekt wie der Luzerne naturgemäß außerordentlich schwierig, da — jedenfalls bei dem hier benutzten Zuchtmaterial — Selbst- und Fremdbefruchtung unkontrolliert nebeneinander stattfinden. Allein schon aus diesem Grunde sind exakte genetische Studien nicht möglich. Die Nachkommenschaften sowie deren Einzelpflanzen sind in allen ihren Eigenschaften mehr oder weniger stark heterozygot, also nur genealogische Linien. Für die folgenden Ausführungen ist zu betonen, daß die beiden hier besonders interessierenden genotypisch bedingten Eigenschaften: Eiweißgehalt und Pflanzenertrag verschieden stark und unabhängig voneinander variieren, d. h daß sie auch wahrscheinlich in verschiedenen Erbfaktorengruppen festgelegt sind. Eine Analyse derselben ist natürlich nicht möglich. Doch geben sowohl die eigenen wie die von Stewart (57) gemachten Feststellungen zu folgenden, allerdings rein hypothetischen, Betrachtungen Anlaß.

Stewart glaubt auf Grund seiner an Inzuchtversuchen gewonnenen Ergebnisse annehmen zu können, daß die — jedenfalls von ihm benutzte — Luzerne doch nicht so sehr heterozygot ist, wie allgemein angenommen wird. Es war ihm möglich, schon nach einer Inzuchtgeneration bei einer Reihe von morphologischen Merkmalen, unter anderen auch dem Stengeldurchmesser, in der Nachkommenschaft eine sehr hohe Ausgeglichenheit zu erzielen, wie aus nachstehenden Zahlen ersichtlich ist:

(Siehe Tabelle auf folgender Seite)

Dagegen konnte er bei dem Merkmal "plant erectness" erst nach mehreren Inzuchtgenerationen eine größere Einheitlichkeit beobachten. Er zieht daraus den Schluß, daß diese Eigenschaft in einem wesentlich größeren Erbfaktorenkomplex festgelegt ist als die übrigen von ihm untersuchten Merkmale, also auch der Stengeldurchmesser.

Die in den eigenen Untersuchungen beobachtete sehr enge Beziehung zwischen dem Eiweißgehalt der Stengel und dem Gesamteiweißgehalt läßt vermuten, daß engere, noch näher zu erforschende korrelative Beziehungen bestehen müssen zwischen morphologischen Stengelmerkmalen und dem Eiweißgehalt der Stengel und damit

Variationskoeffizienten für das Merkmal Stengeldurchmesser nach Stewart (57)

| Vergleich von Sorten und Nachkommenschaften | Anzahl der Pflanzen | Variationskoeffizient |
|---|---|---|
| Utah Common: | | |
| Kontrolle[1]) | 35 | 18,0 |
| Nr. 129[2]) | 7 | 6,5 |
| Nr. 103 | 11 | 8,1 |
| Grimm: | | |
| Kontrolle | 37 | 18,8 |
| Nr. 112 | 7 | 8,0 |
| Nr. 42 | 16 | 10,5 |
| Saskatchewan Nr. 666: | | |
| Kontrolle | 38 | 19.2 |
| Nr. 153 | 7 | 8,6 |
| Nr. 82 | 17 | 11,5 |
| Hardigan: | | |
| Kontrolle | 35 | 19,3 |
| Nr. 16 | 29 | 10,4 |
| Nr. 18 | 40 | 12,0 |
| Dakota Common: | | |
| Kontrolle | 35 | 16,2 |
| Nr. 21 | 40 | 11,7 |
| Nr. 22 | 40 | 11,3 |
| Ontaria Variegated: | | |
| Kontrolle | 35 | 20,8 |
| Nr. 136 | 8 | 9,8 |
| Nr. 24 | 39 | 12.4 |

dem Gesamteiweißgehalt. Vorausgesetzt, daß tatsächlich solche Zusammenhänge vorhanden sind, ist es denkbar, daß mit größerer Einheitlichkeit in der Stengelstruktur auch eine größere Ausgeglichenheit im Eiweißgehalt in den Zuchtstämmen verbunden ist. Jedenfalls berechtigt die relativ geringe Variabilität im Eiweißgehalt der Einzelpflanzen und der Nachkommenschaften zu dieser Annahme. Dagegen wird eine so geringe Variabilität im Pflanzenertrag bei seiner Abhängigkeit von Bewurzelung, Bestockung, Wuchshöhe und -form u. a. wesentlich schwieriger erreicht werden können. Diese Ansicht ist nach den Beobachtungen Stewarts (57) an dem Merkmal "plant erectness" berechtigt, und seine Begründung dürfte auch für das Merkmal Pflanzenertrag zutreffen.

Demnach ist der Pflanzenertrag eine genetisch noch stärker komplexe Eigenschaft als der Eiweißgehalt und damit auch von einer noch größeren Anzahl von Erbfaktoren abhängig.

Klarheit kann hier nur geschaffen werden durch Analyse von Kreuzungen weitgehend homozygoter Inzuchtlinien mit verschiedenen charakteristischen morphologischen Merkmalen. Jedoch sind derartige Untersuchungen gerade bei langlebigen Pflanzen außerordentlich langwierig und nur sehr schwer durchzuführen.

Über die Vererbung selbst kann allein die Prüfung der Nachkommenschaft Aufschluß geben; deshalb wird im folgenden festzustellen versucht, ob bei dem benutzten Zuchtmaterial ein Einfluß der Mutterpflanzen auf die Tochtergenerationen erkennbar ist. Eigentlich ist auf Grund der obigen Ausführungen ein solcher zu erwarten, wenigstens für den

[1]) Kontrolle = Sorte bei freier Befruchtung.
[2]) Nr. = Nachkommenschaft, einmal ingezüchtet.

Tabelle 19

Vergleich der Mutterpflanzen mit ihren Nachkommenschaften

Eingetragen sind nur die Relativwerte für Eiweißgehalt und Eiweißertrag

| Stammbäume | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Klone Index$_{29}$ | | Elitepflanzen Index$_{31}$ u. $_{32}$ | | Stämme Tochtergenerationen Index$_{34}$ u. $_{35}$ | | Elitepflanzen aus Tochtergenerationen Index$_{34}$ | | Stämme Enkelgenerationen Index$_{36}$ | |
| Nr. | Rohprotein Ø = 100 | Eiweißertrag Ø = 100 | Rohprotein Ø = 100 | Eiweißertrag Ø = 100 | Rohprotein Ø = 100 | Eiweißertrag Ø = 100 | Rohprotein Ø = 100 | Eiweißertrag Ø = 100 | Rohprotein Ø = 100 | Eiweißertrag Ø = 100 |
| 121 | 100,2 | 93,5 | → | → | 97,2 | 101,4 | | | | |
| 124 | 113,3 | 96,5 | → | → | 104,5 | 94,2 | | | | |
| 129 | 100,8 | 59,2 | → | → | 107,0 | 100,0 | | | | |
| 133 | 101,4 | 95,6 | → | → | 102,1 | 100,2 | | | | |
| 97 | 82,3 | 64,2 | 98,0 | 146,9 | 108,6 | 134,9 | | | | |
| 114 | 102,7 | 99,7 | 96,2 | 95,8 | 101,4 | 83,8 | | | | |
| 118 | 94,9 | 129,9 | 88,8 | 57,4 | 103,8 | 109,1 | | | | |
| 134 | 92,4 | 148,5 | → | → | 105,0 | 104,9 | Ind.$_{35}$ | | | |
| 144 | 101,7 | 121,3 | → | → | 101,0 | 102,0 | | | | |
| 148 | 112,8 | 133,2 | → | → | 104,6 | 110,9 | | | | |
| 152 | 101,0 | 112,8 | → | → | 95,3 | 94,6 | | | | |
| 156 | 100,1 | 84,6 | → | → | 95,2 | 106,5 | | | | |
| 158 | 118,8 | 90,5 | → | → | 108,8 | 119,6 | | | | |
| 159 | 105,1 | 151,8 | → | → | 102,4 | 100,9 | | | | |
| 201 | — | — | 98,1 | 30,8 | 92,1 | *88,3* | 87,6 | *186,9* | 108,5 | *83,9* |
| 212 | — | — | 111,3 | 147,9 | 105,4 | 107,6 | 109,6 | 132,0 | 103,4 | 87,2 |
| 219 | — | 102,3 | 114,4 | 34,6 | 98,0 | 79,5 | 102,1 | 75,0 | 92,9 | 77,4 |
| 222 | 83,3 | 61,3 | 107,4 | 94,4 | 96,6 | *67,5* | 95,4 | *125,1* | 102,1 | *100,1* |
| 223 | 83,3 | 61,3 | 101,8 | 143,3 | 93,1 | 76,9 | 91,0 | 89,9 | 85,1 | 77,3 |
| 228 | 108,6 | 77,0 | 110,5 | 134,1 | 99,3 | *94,5* | 85,1 | *122,1* | 105,9 | *99,0* |
| 231 | 109,5 | 102,7 | 100,0 | 116,6 | 97,2 | 116,5 | 96,4 | 91,4 | 114,6 | 84,8 |
| 233 | 109,5 | 102,7 | 80,3 | — | 94,6 | *71,3* | 88,1 | *119,7* | 112,7 | *77,5* |
| 235 | 99,2 | 138,0 | 94,8 | 38,2 | 95,2 | **116,2** | 102,5 | **122,2** | 109,6 | **110,9** |
| 31 | 99,2 | 138,0 | — | — | 97,1 | 110,9 | — | — | — | — |
| 34 | 110,9 | 56,8 | → | → | 105,3 | 112,9 | — | — | — | — |
| 238 | 110,9 | 56,8 | 101,0 | 87,5 | 101,3 | 106,9 | 90,3 | 132,2 | 104,8 | 77,1 |
| 239 | 110,9 | 56,8 | 96,1 | 94,7 | 99,9 | **111,5** | — | — | 96,7 | **121,3** |
| 242 | 103,5 | 142,4 | → | → | 108,1 | **165,2** | 118,4 | **129,8** | 94,4 | **114,4** |
| 244 | 121,4 | 70,7 | → | → | 97,4 | **111,9** | 92,4 | **101,3** | 94,4 | **113,5** |
| 246 | 92,4 | 148,5 | → | → | 100,0 | 107,1 | 114,0 | 129,1 | 96,0 | 103,2 |
| 247 | 89,0 | 102,1 | 110,0 | 59,0 | 101,5 | *99,2* | 95,6 | *112,3* | 90,3 | *79,8* |
| 248 | 89,0 | 102,1 | 100,1 | 68,5 | 99,8 | 104,2 | 93,6 | 118,7 | 90,4 | 93,9 |
| 249 | 89,0 | 102,1 | 103,2 | 164,2 | 102,2 | 98,6 | 100,3 | 137,3 | 97,1 | 99,3 |
| 253 | 89,0 | 102,1 | 103,2 | 164,2 | 102,2 | 98,6 | 113,5 | 158,5 | 101,3 | 100,5 |
| 254 | 89,0 | 102,1 | 103,2 | 164,2 | 102,2 | **98,6** | 103,9 | **195,3** | 103,9 | **118,3** |
| 257 | 108,3 | 96,2 | 99,7 | 112,5 | 102,5 | 92,2 | 97,1 | 92,9 | 90,6 | 85,1 |
| 258 | 108,3 | 96,2 | 99,7 | 112,5 | 102,5 | 92,2 | 112,5 | 132,4 | 99,1 | 106,1 |
| 259 | 108,3 | 96,2 | 98,8 | 74,9 | 107,2 | 86,9 | 92,4 | 97,6 | 89,0 | 76,4 |
| 263 | 101,6 | 66,0 | 93,6 | 192,7 | 102,6 | 104,0 | 105,0 | 145,6 | 98,0 | 85,0 |
| 270 | 101,6 | 66,0 | 100,3 | — | 99,6 | 69,3 | 98,4 | 82,6 | 94,8 | 105,7 |
| 271 | 101,6 | 66,0 | 100,3 | — | 99,6 | 69,3 | 101,4 | 150,9 | — | — |
| 273 | 108,1 | 105,0 | 88,0 | 189,6 | 96,5 | 127,4 | 90,8 | 186,1 | 94,0 | **99,9** |
| 66 | 108,1 | 105,0 | 104,0 | 87,1 | 105,6 | 88,1 | — | — | — | — |
| 287 | 112,6 | 140,8 | — | — | 107,0 | **97,2** | 101,6 | **181,3** | 113,7 | **164,5** |
| 79 | 112,6 | 140,8 | 109,7 | 95,0 | 105,8 | 101,8 | — | — | — | — |

Eiweißgehalt. Jedoch stößt man bei einer kritischen Betrachtung der Tabelle 19 auf eine schon mehrfach betonte grundsätzliche Schwierigkeit, und zwar auf den Altersunterschied von Elitepflanzen und Nachkommenschaft. Die Mutterpflanze ist immer 3—4 Jahre älter als die Tochtergeneration.

Es wurde festgestellt, daß erbliche Unterschiede im älteren Zuchtmaterial sowohl für den Eiweißgehalt wie auch für den Pflanzenertrag nur sehr schwer, im allgemeinen nicht nachgewiesen werden können. Weiterhin muß der nicht faßbare Einfluß der Fremdbefruchtung bei der Beurteilung dieses Zahlenmaterials berücksichtigt werden. Dieser wird bei einigen Stämmen nicht sehr groß, bei anderen aber doch in stärkerem Maße vorhanden sein. Solche Untersuchungen sind nur dann exakt durchführbar, wenn gleichaltriges Pflanzenmaterial zur Verfügung steht; die Mutterpflanzen müßten zur Zeit der Anlage der Tochtergeneration — als Sämlingsnachkommenschaft — geklont werden, damit keine entwicklungsrhythmisch bedingten Unterschiede des Vergleichsmaterials vorhanden sind.

In der Zusammenstellung (Tab. 19) sind der Übersicht halber die Elitepflanzen bzw. die Stammbezeichnungen nicht mit aufgeführt worden und nur die Relativwerte für Eiweißgehalt und Eiweißertrag eingetragen, immer auf das jeweilige Jahresmittel bezogen. So sind in jeder Zeile die Leistungswerte der Elitepflanzen mit ihren Tochter- und Enkelgenerationen vergleichbar, während in den Spalten generationsweise die Unterschiede in den Eliten bzw. Stämmen in Erscheinung treten.

Eine Beurteilung der einzelnen Stammbäume wird auf Grund der vorstehenden Ausführungen zwecklos sein; es ist tatsächlich auch im allgemeinen kein Einfluß der Mutterpflanze auf die Nachkommenschaft festzustellen, wenigstens nicht beim Vergleich der Zahlen für den Eiweißgehalt. Bei der Betrachtung der Relativwerte für den Eiweißertrag jedoch ist eine züchterisch außerordentlich wichtige Beobachtung zu machen: die Elitepflanzen aus den Tochtergenerationen (Spalte 4) zeigen eine sehr starke Differenzierung in der Eiweißertragsleistung, so daß man annehmen sollte, daß diese auch in der Enkelgeneration (Spalte 5), wenn auch in geringerem Maße gleichsinnig vorhanden sein müßte. Es ist jedoch so, daß die besten Stämme der drei Generationen weniger einen Einfluß von der entsprechenden Elitepflanze als in stärkerem Maße von der vorhergehenden Generation (Spalte 3) erkennen lassen, besonders deutlich ist das an den Stammbäumen 235, 239, 242, 244, 254 und 287 zu beobachten, in geringerem Maße an der Gruppe 246. Die meisten der übrigen in ihrer Leistung zum Teil hervorragenden Elitepflanzen der 2. Generation haben nur mäßige Tochtergenerationen gebracht, weil sie aus leistungsschwächeren Stämmen (2. Generation) ausgelesen waren, während gute Elitepflanzen, die aus genotypisch guten Stämmen stammen, in den oben angeführten Stammbäumen größtenteils auch gute bis sehr gute Nachkommenschaften geliefert haben. Somit wird die in der Züchtung immer betonte Grundregel (42, 43) auch hier wieder bestätigt, daß nur Auslese bester Elitepflanzen aus genotypisch besten Stämmen sichere züchterische Erfolge bringt!

## IV. Folgerungen für die praktische Züchtung

Abschließend sollen nun noch einige Betrachtungen darüber angestellt werden, welchen Weg die Praxis bei der Züchtung auf hohen Eiweißgehalt beschreiten muß. Dabei ist von besonderer Bedeutung die Entscheidung, ob und in welchem Umfange es notwendig ist, Eiweißbestimmungen an Zuchtmaterial durchzuführen. Es hat sich gezeigt, daß zwischen Pflanzenertrag, Eiweißgehalt und auch Samenertrag keine für die Auslese ungünstigen Korrelationen bestehen, daß also die Kombination hoher Pflanzenertrag, hoher Eiweißgehalt und hoher Samenertrag zweifellos möglich ist, vorausgesetzt, daß man ein genügend großes Auslesematerial zugrunde legt.

Im folgenden sei der Zuchtgang an einem einfachen Beispiel dargestellt:

Zahlreiche Einzelpflanzennachkommenschaften oder Stämme werden in der Seite 231 skizzierten Weise als vorhanden angenommen. Aus diesem Material müssen die besten Stämme ermittelt werden: vom 1. Schnitt, am besten zweijähriger Pflanzen, werden zunächst Grünertragsbestimmungen der ganzen Stämme durchgeführt; dabei ist, um exakte Vergleichswerte zu erhalten, auf gleiche Pflanzenzahlen je Stamm zu achten, oder eine Umrechnung der Gesamterträge auf Einzelpflanzenertrag vorzunehmen. Gute Mittelproben — je Stamm 2 kg Grünmasse — werden für Eiweißanalysen zurückbehalten. Bis zur Beurteilung des 2. Schnittes müssen und können diese Bestimmungen beendet sein, um die Ergebnisse zur Ausmerze schlechter Stämme auswerten zu können.

Die sowohl im Grünertrag wie im Eiweißgehalt besten Nachkommenschaften werden dann im zweiten Schnitt zur Samengewinnung herangezogen, um so schon in einem Jahr ein Werturteil über die wichtigsten Leistungsmerkmale zu erhalten. — Zweifellos ist eine mehrjährige Prüfung wegen der unterschiedlichen Entwicklungsrhythmen der einzelnen Zuchtstämme richtiger und sicherer. —

Die auf diese Weise ermittelten besten Nachkommenschaften können dann im folgenden Jahre schon in einer gedrillten Leistungsprüfung zum Anbau gelangen; sie müssen natürlich auch weiterhin auf Massenertrag und Eiweißgehalt untersucht werden, da infolge der veränderten Wachstumsbedingungen eine Modifikation insbesondere des Eiweißgehaltes möglich ist.

Die Fortführung der Zuchtarbeiten macht gleichzeitig wieder eine Auswahl bester Elitepflanzen aus den besten Stämmen erforderlich, deren Zahl naturgemäß von dem jeweiligen Umfang der Zuchtarbeiten abhängig ist. Sehr wertvoll ist es, wenn diese Eliten in gleicher Weise wie die Stämme geprüft werden können, um so nur Nachkommenschaften bester Pflanzen aus besten Stämmen für die Weiterzucht zu erhalten. Die Eiweißanalysen dieser Elitepflanzen können notfalls jedoch unterbleiben, während die der Stämme auf jeden Fall durchgeführt werden müssen.

Nun kann eingewandt werden, daß Eiweißanalysen an Einzelpflanzen zwecklos sind, da ja keine Beziehungen zwischen dem Eiweißgehalt der Elitepflanzen und ihren Nachkommenschaften nachgewiesen werden könnten. Jedoch ist es verständlich, daß dann, wenn nur eiweißreiche Formen zur Weiterzucht benutzt werden — also vor der Blüte alle Pflanzen mit niedrigem Eiweißgehalt ausgemerzt worden sind —, auch nur deren Pollen zur Befruchtung kommen kann. Nur beste Erbanlagen werden einen Einfluß auf die Leistung der Nachkommenschaft gewinnen, die dann durch eine solche zielbewußte Lenkung der Befruchtung nur verbessert werden kann. — Dieser Umstand, der bei den hiesigen Arbeiten auch erst auf Grund der Eiweißanalysen besondere Beachtung gefunden hat, wird sich erst bei den neuen Zuchtstämmen voll auswirken können.

Es ist natürlich nicht jeder Zuchtbetrieb in der Lage, selbst Eiweißanalysen durchzuführen, da die notwendigen technischen Voraussetzungen fehlen und die Anschaffung derartiger Apparaturen allein für solche Untersuchungen zu kostspielig wäre. Aber es ist möglich, daß die Proben im Zuchtbetrieb zur Analyse vorbereitet — gemahlen und gemischt — werden. Staatliche oder auch private Institute können dann die Eiweißuntersuchungen schneller und billiger durchführen.

Das vorstehend kurz skizzierte einfache Zuchtverfahren soll nur einen möglichen Weg bei der Verfolgung des Zuchtzieles: Steigerung des Eiweißgehaltes, aufzeigen; eine stärkere Betonung dieser äußerst wichtigen Zuchtrichtung ist unbedingt anzustreben und wie die auf großem Zahlenmaterial aufgebauten Ergebnisse eindeutig erkennen lassen, zweifellos Erfolg versprechend.

## D. Zusammenfassung

Die Zielsetzung der Arbeit war, zu untersuchen, ob eine Steigerung der Eiweißleistung bei Luzerne durch Züchtung auf höheren Eiweißgehalt möglich ist. Dazu war zunächst zu klären, ob der Eiweißgehalt eine genotypisch bedingte Eigenschaft ist, oder ob die ermittelte Variabilität modifikativer Art ist. Da die Eiweißleistung in stärkstem Maße vom Pflanzenertrag abhängig ist, mußten gleiche Untersuchungen auch an diesem Leistungsmerkmal durchgeführt werden. Weiterhin wurden eine Reihe züchterisch wichtiger Korrelationen zwischen dem Gesamtrohproteingehalt der Einzelpflanzen und dem Pflanzenertrag, bzw. mehreren Einzelfaktoren, die die Höhe des Eiweißgehaltes beeinflussen können, überprüft. Die Samenleistung der Pflanzen konnte in diese Untersuchungen mit einbezogen werden. Die Ergebnisse stützen sich auf etwa 5300 Einzelpflanzenanalysen der Jahre 1937, 1938 und 1939.

1. Im Eiweißgehalt wurden erhebliche Unterschiede festgestellt. Bei Einzelpflanzen traten Schwankungen auf zwischen 10,60 und 24,83 %, bei Stämmen zwischen 13,70 und 19,90 %. Die Ertragszahlen lassen eine noch wesentlich größere Schwankungsbreite dieses Leistungsmerkmals erkennen: sie liegen im Beispielsfall zwischen 22 g und 168 g bei Einzelpflanzen und bei den Nachkommenschaften zwischen 23,70 und 87,08 g. Diese Zahlen stellen jeweils die Φ-Leistung der Einzelpflanzen eines Stammes dar.

2. Die Variabilität im Eiweißgehalt der Pflanzen einer Nachkommenschaft ist wesentlich geringer als die des Einzelpflanzenertrages. Die Höhe der Variabilität beider Leistungseigenschaften ist sehr stark abhängig von dem Alter des zu prüfenden Pflanzenmaterials und von der Schnittzeit. Untersuchungen an dem Aufwuchs des 1. Schnittes zwei- bis dreijähriger Bestände sind für die Auslese am günstigsten.

3. An zwei graphischen Darstellungen kann der deutliche Einfluß des Eiweißgehaltes neben dem dominierenden Einfluß des Pflanzenertrages bei der Eiweißertragsleistung nachgewiesen werden.

Diese Feststellung gewinnt besondere Bedeutung durch die Tatsache, daß sowohl der Eiweißgehalt als auch der Pflanzenertrag, wie nachgewiesen werden konnte, genotypisch bedingte Leistungsmerkmale sind.

4. Korrelative Beziehungen zwischen diesen wichtigsten Eigenschaften sind nicht vorhanden; lediglich an einjährigen Pflanzen und am Aufwuchs des 2. Schnittes wurden schwach bis deutlich negative, und an älterem Zuchtmaterial schwach positive Korrelationen ermittelt. Diese entwicklungsrhythmisch bedingten Unterschiede dürften aber praktisch ohne Bedeutung sein, so daß also die Kombination von hohem Pflanzenertrag und hohem Eiweißgehalt und — wie weitere Untersuchungen ergeben haben — von hohem Samenertrag in einer Pflanze theoretisch und an einigen Zuchtstämmen nachweisbar, auch praktisch möglich ist.

5. Die an einer größeren Zahl Einzelpflanzen getrennt durchgeführten Blätter- und Stengelanalysen ergaben wertvolle Zahlenunterlagen für die Überprüfung weiterer wichtiger korrelativer Zusammenhänge zur Erforschung der

Einzelfaktoren, die für die Höhe des Eiweißgehaltes ausschlaggebend sind. Zunächst ist festzustellen, daß der Eiweißgehalt der Blätter die geringste Variabilität aufweist. Stärker variiert der Rohproteingehalt der Stengel und der Gesamtrohproteingehalt, am größten ist neben der Variationsbreite des Pflanzenertrages die des Blatt-Stengelverhältnisses. Jedoch kann auf Grund des zur Verfügung stehenden Zahlenmaterials eine deutlich erbliche Differenzierung sowohl für das Blatt-Stengelverhältnis als auch für den Eiweißgehalt der Blätter nicht nachgewiesen, jedoch für den Eiweißgehalt der Stengel angenommen werden.

6. Für die Höhe des Rohproteingehaltes einer Pflanze ist in erster Linie die Höhe des Eiweißgehaltes der Stengel, dann das Blatt-Stengelverhältnis und schließlich der Eiweißgehalt der Blätter maßgebend. Der Rohproteingehalt der Blätter ist deshalb nur von untergeordneter Bedeutung, weil deutlich positive Beziehungen zwischen dem Eiweißgehalt der Blätter und dem der Stengel vorhanden sind.

Diese Feststellungen beziehen sich im wesentlichen auf Analysen vom Aufwuchs des für die Gesamtleistung der Pflanzen im allgemeinen entscheidenden 1. Schnittes. Gewisse durch die Schnittzeiten bedingte Unterschiede in der Ausprägung der einzelnen Korrelationen können bei den Schlußfolgerungen unberücksichtigt bleiben.

7. Eine Analyse der Erbfaktoren sowohl für den Pflanzenertrag, wie auch für den Eiweißgehalt ist nicht möglich, jedoch ist der Ertrag infolge seiner Abhängigkeit von der Bewurzelung, Bestockung u. a. vermutlich eine genetisch noch stärker komplexe Eigenschaft als der Eiweißgehalt, der auch nicht analysiert ist.

8. Zwischen den Elitepflanzen und ihren Tochtergenerationen sind sowohl im Rohproteingehalt wie auch im Pflanzenertrag keine gleichsinnigen Beziehungen festzustellen, vor allem wegen des großen Altersunterschiedes der beiden Generationen, dann auch wegen des nicht meßbaren Einflusses des väterlichen Pollens bei der Befruchtung. Jedoch zeigt sich, daß allein die Auslese phänotypisch bester Pflanzen aus genotypisch besten Stämmen erfolgreich ist.

9. Die praktische Durchführung der Züchtung auf hohen Eiweißgehalt ist vorläufig ohne chemische Eiweißanalysen noch nicht möglich, da man die hocheiweißhaltigen Formen noch nicht an bestimmten morphologischen Merkmalen erkennen kann.

Die Auslese bester Stämme mit hoher Pflanzen- und Samenertragsleistung und hohem Eiweißgehalt — alle Bestimmungen müssen und können in einem Jahre durchgeführt werden — wird bei freiem Abblühen derselben eine Kombination nur bester Erbanlagen ermöglichen und eine sichere Gewähr zur Erzielung hochleistungsfähiger Nachkommenschaften bieten.

## Schrifttum


1. Åkerberg, E., und Hackbarth, J., Züchterische Beobachtungen an Luzerneklonen II. Über die Beziehungen des Roheiweißgehaltes zur Blattfarbe und zum Grünertrag. Züchter **9**, 15—17, 1937.
2. Becker, R., Der Luzernebau in Ostpreußen. Diss. Univ. Verlag R. Noske, Borna-Leipzig 1933.
3. Berkner, F., Beiträge zur Kenntnis der Luzerne und ihrer Anbautechnik. Pflanzenbau **15**, 371—402 u. 443—448, 1939.
4. Bleier, H., Luzernezüchtung. Forsch. Dienst **2**, 1—7, 1936.
5. — — Luzerneuntersuchungen. Forsch. Dienst **8**, 153—172, 1939.
6. Boekholt, K., Untersuchungen über die Bedeutung der Blattfarbe bei der Züchtung von Weiß- und Schwedenklee. Züchter **5**, 157—159, 1933.
7. Brünner, F., Beiträge zur Kenntnis einiger Luzerneherkünfte mit besonderer Berücksichtigung der Triebbildung und Bewurzelung. Diss. Druckerei Wittemann, Buchen i. Odw. 1936.
8. Busse, W., Die Luzerne in Turkestan. Tropenpflanzer **28**, 11—25, 1925.
9. — — Über deutsche Bastardluzernen. Landw. Jahrb. **64**, 669—699, 1926.
10. Dann, B., Über die Befruchtungsverhältnisse der Bastardluzernen (Medicago media), anderer Medicago-Arten und Steinklee (Melilotus). Z. Züchtg.: A Pflanzenzüchtung **15**, 366—418, 1930.
11. Dirks, B., Bestimmung von verdaulichem Eiweiß und Futterwert. Kühn-Archiv **39**, 135—144, 1935.
12. Fischer, W., Stand der deutschen Futterpflanzenzüchtung. Züchter **3**, 184—197, 1931.
13. Fleischmann, R., Beitrag zur Züchtüng der ungarischen Luzerne. Z. Züchtg.: A Pflanzenzüchtung **11**, 211—240, 1926.
14. Fruwirth, C., Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Berlin, Paul Parey, 4. Aufl., III. Bd., 120, 1922.
15. Hackbarth, J., und Ufer, M., Züchterische Betrachtungen an Luzerneklonen. I. Einige züchterisch wichtige Korrelations-Koeffizienten. Züchter **7**, 281—284, 1935.
16. Hackbarth, J., Grundlagen und Ergebnisse der Züchtungsforschung bei Luzerne. Z. Züchtg.: A Pflanzenzüchtung **21**, 330—377, 1937.
17. Hayes, H. K., and Garber, R. J., Breeding Crop Plants. 2. Ed., 2. Impression McGraw-Hill Book Comp., New York, 370 seventh Avenue, London 6 u. 8, Bouverie St. E. C. 4, 1927.
18. Helmbold, F., Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse, über die Bedingungen und über die Vererbung der Samenerzeugung bei Luzerne (Medicago sativa und Bastardluzerne). Z. Züchtg.: A Pflanzenzüchtung **14**, 113—159, 1929.
19. Heuser, O., E., Die Luzerne. Berlin, Paul Parey, 1931.
20. Iffland, Therese, Beiträge zur Kenntnis einiger Luzerneherkünfte mit besonderer Berücksichtigung des Samenertrages. Diss. Pflanzenbau **7**, 193—211, 1930.
21. Isenbeck, K., Die Prüfung des Zuchterfolges. Handb. d. Pflanzenzüchtung. Bd. I, 562—599. Berlin, Paul Parey, 1941.
22. Johannsen, W., Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 3. Aufl. Jena, Gust. Fischer, 1926.
23. Kirk, L. E., Self-Fertilization in Relation to Forage Crop Improvement. Sci. Agric. **8**, 1—40, 1927.
24. Klapp, E., und Schubart, E., Über Thüringer Luzerne. Pflanzenbau **7**, 353—365, 1931.
25. Klapp, E., Erfahrungen über Luzernesamenbau. Mitt. d. DLG. **48**, 181—183, 1933.
26. — — Ertrags- und Eiweißleistung der Luzerne bei verschiedener Schnitthäufigkeit. Mitt. d. DLG. **48**, 413—415, 1933.
27. — — Die Eiweißleistung der Luzerne. Mitt. d. DLG. **48**, 999—1001, 1933.
28. — — Möglichkeiten und Nachwirkung der Luzerneschnittnutzung. Landw. Jahrb. **80**, 591—610, 1934.
29. Klinkowski, M., Ein Beitrag zur Geographie der Luzerne. Aus den „Berichten d. Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik". Fedde, Rep. Beitr. LXII, 82—88, 1931.
30. — — Die biologische Stellung der Luzerne im Spiegel der Weltwirtschaft. Arch. f. Pflanzenbau **9**, 234—292, 1932.
31. — — Die Eifelluzerne. Pflanzenbau **11**, 172—179, 1934.

32. Könekamp, A., Luzernebau auf Sandböden. Dtsch. Landw. Pr. **64**, 193/194 u. 205, 1937.
33. — — Luzernebau auf Grundwasserböden. Dtsch. Landw. Pr. **65**, 69/70, 1938.
34. Koller, S., Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Dresden u. Leipzig, Th. Steinkopff, 1940.
35. Kreß, H., Die gegenseitige Beziehung von Wachstumsbeobachtungen und Ertragsleistungen und ihr Einfluß auf die Wertbestimmung der Nachkommenschaft, nachgewiesen am Petkuser Roggen. Diss. Buchdruckerei H. Särchen, Baruth-Mark-Berlin, 1938.
36. Lehmann, U., Standweiteversuche bei Luzerne in Hinsicht auf ihre Futter- und Samenleistung, als Beitrag zur Züchtungstechnik. Pflanzenbau **11**, 313—318, 1935.
37. Lieber, R., Morphologische und pflanzenzüchterische Betrachtungen über die Luzerne. Landw. Jahrb. **68**, 117—141, 1929.
38. Lochner, A., Luzerne, unsere kalk- und eiweißreichste Futterpflanze. Kalkverlag G. m. b. H. Berlin W 62, 1929.
39. Lowig, E., und Deichmann, E., Untersuchungen von Korrelationen zwischen Merkmalen und Leistungseigenschaften bei Grünfutterpflanzen. I. Trifolium pratense. 1. Mitt. Z. Züchtg.: A Pflanzenzüchtung **17**, 277—303, 1932.
40. Lowig, E., Untersuchungen von Korrelationen zwischen Merkmalen und Leistungseigenschaften bei Grünfutterpflanzen. I. Trifolium pratense. 2. Mitt. Landw. Jahrb. **75**, 531—567, 1932.
41. Niklas, H., und Miller, M., Korrelationsrechnung. Helingsche Verlagsanstalt Leipzig, 1940.
42. Roemer, Th., Entwicklungslinien der Züchtungsmethoden. Kühn-Arch. **54**, 267—294, 1940.
43. — — Methoden und Technik der Auslese. Handb. d. Pflanzenzüchtung. Bd. I, 394 bis 409. Berlin, Paul Parey, 1941.
44. — — Überblick über die Methoden der Züchtung. Handb. d. Pflanzenzüchtung. Bd. I, 409—414. Berlin, Paul Parey, 1941.
45. — — Auslesezüchtung. Handb. d. Pflanzenzüchtung. Bd. I, 414—450. Berlin, Paul Parey, 1941.
46. Rudorf, W., Untersuchungen zur Züchtung von kleekrebsresistenten Kleearten und Luzerne. Züchter **9**, 249—253, 1937.
47. — — Die Auslese. Handb. d. Pflanzenzüchtung. Bd. I, 199—209. Berlin, Paul Parey, 1938.
48. — — Klee und Luzerne. Handb. d. Pflanzenzüchtung. Bd. III (im Druck). Berlin, Paul Parey, 1941.
49. Sinskaya, E. N., Phylogenetic taxonomy as a basis for genetic and breeding work. Illustrated by Medicago. Ztschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre **78**, 399 bis 417, 1940.
50. Specht, G., Beiträge zum Anbau und zur Züchtungsgrundlage von Steinklee (Melilotus). Landw. Jahrb. **88**, 684—758, 1939.
51. Sylvén, N., Der Einfluß der Schnittzeiten auf die Leistungsfähigkeit und Winterfestigkeit der Luzerne. Vortrag, 3. Grünland-Kongr. d. nord.- u. mitteleurop. Länder. Zürich, 18.—20. Juli 1934.
52. Schaeffler, H., Untersuchungen an Bastardluzernen. Z. Züchtg.: A Pflanzenzüchtung **17**, 485—562, 1932.
53. Schubart, E., Beobachtungen an Luzernewurzeln verschiedener Herkünfte. Pflanzenbau **8**, 137—141, 1931.
54. — — Wechselbeziehungen zwischen Ertragsleistungen und morphologischen Merkmalen verschiedener Luzerneherkünfte unter besonderer Berücksichtigung des Samenertrages. Z. Züchtg.: A Pflanzenzüchtung **18**, 322—340, 1933.
55. Schwarz, O., und Klinkowski, M., Medicago falcata L. ssp. Urumovii Degen em. Schw. et Klink., eine in Deutschland unbeachtet gebliebene Unterart der Sichelluzerne. Verhandl. d. Botan. Vereins d. Prov. Brandenburg **74**, 1932/33.
56. Statistik des Deutschen Reiches Bd. 536.
57. Stewart, G., Effects of Inbreeding on Variability in Alfalfa. Journ. agric. Res. **49**, 669—694. 1934.
58. Tedin, O., Biologische Statistik. Handb. d. Pflanzenzüchtung. Bd. I, 359—394. Berlin, Paul Parey, 1940.
59. Ufer, M., Beiträge zur Blütenbiologie der Luzerne. Züchter **4**, 281—286, 1932.
60. Walther, G., Kraftfutterbau im eigenen Betrieb. Ein Beitrag zur Verbreitung des Luzernebaues. Verlag f. Bodenkultur G. m. b. H., Berlin W 35, 1930.
61. — — Luzerne. Herausgegeb. v. Verein z. Förderung des Luzernebaues, Naumburg-Saale, 1932.

62. Weber, Erna, Einführung in die Variations- und Erblichkeitsstatistik. München. J. F. Lehmanns Verlag, 1935.
63. Weller, K., Neuzeitlicher Futterbau im Hinsicht auf die Eiweißbeschaffung in der Landwirtschaft. Bayr. Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan bei Freysing Obb.
64. Westover, H. L., Alfalfa varieties in the United States. U. S. Department of Agriculture. Farmers Bulletin Nr. 1731, 1934.
65. Wetzel, K., Die physiologischen Grundlagen der pflanzlichen Stoffproduktion. Handb. d. Pflanzenzüchtung. Bd. I, 297—359. Berlin, Paul Parey, 1940.
66. Wick, H., Über Luzerneanbau unter besonderer Berücksichtigung der Sortenfrage. Mitt. d. DLG. 47, 205—208, 1932.

# Referate

**Alten, F., und H., Orth,** Untersuchungen über den Aminosäurengehalt und die Anfälligkeit der Kartoffel gegen die Kraut- und Knollenfäule (Phytophthora infestans de By.). Phytopath. Zt. **13**, 243—271 (1940).

Es wurde die Entwicklung von Phytophthora infestans auf künstlich infizierten Kartoffelknollen untersucht, die von einem Dauerdüngungsversuch mit steigenden Kaligaben stammten. Hierbei zeigte sich entsprechend der Steigerung dieses Nährstoffes eine deutliche Hemmung des Parasiten, während ihm die Knollen der NP-Parzellen am meisten zusagten. Analysen ergaben, daß sich mit steigenden Kaligaben der Gesamt-, Eiweiß-, Nichteiweiß- und $\alpha$-Aminosäure-Stickstoff in den Knollen und den Laubblättern verringert. In Nährlösungsversuchen trifft das allerdings nur bei Anwesenheit geringer Stickstoffmengen (100 mg N/l lt. $H_2O$) zu. Frühe Kartoffelsorten, deren Phytophthora-Anfälligkeit bekanntlich im Allgemeinen höher ist als die der mittleren und späten Varietäten, weisen diesen gegenüber einen höheren Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen, in erster Linie an Aminosäurestickstoff, auf. Vf. untersuchten daher die Wirkung einer Reihe von Aminosäuren hinsichtlich ihrer physiologischen Bedeutung für die Entwicklung des Parasiten (Entwicklung der Sporangien, besonders Keimschlauchkeimung) in Keimungsversuchen. Die Mehrzahl der Präparate wirkte in bestimmten Konzentrationen fördernd, schwefelhaltige Aminosäuren und Arginin dagegen hemmten bzw. töteten die Sporangien. Stark saure Aminosäuren wirkten koagulierend auf das Plasma des Parasiten. Die giftige Wirkung des Arginin konnte weder durch Zusatz fördernder Aminosäuren noch durch Abänderung des pH-Wertes aufgehoben werden. Dem Arginin scheint eine besondere Rolle als Hemmungsstoff zuzukommen, wenn auch nach Ansicht der Vf. für das Anfälligkeitsverhalten sicher noch andere Faktoren in Frage kommen. Vf. haben daher auch besondere Untersuchungen über den Arginin-Gehalt der Kartoffel und seine Abhängigkeit von der Düngung angestellt. Sie konnten zeigen, daß, im Gegensatz zum Gehalt an den übrigen stickstoffhaltigen Verbindungen, der Argininigehalt der Knollen und Blätter bei steigenden Kaligaben zunahm. Die Blätter enthalten mehr Arginin als die Knollen.

Scherz

**Arenkowa, D. N.,** Polyploide Rassen bei der Hirse (Panicum Miliaceum L.). Dokl. Akad. Nauk USSR. **29**, 332—336 (1940) [Russisch].

Als Untersuchungsmaterial diente die weiße chinesische Hirse und die rote saratowsche Hirse. Um polyploide Formen zu erhalten, wurden Keimsprosse und Knospen der Blattachsen von Exemplaren dieser Sorten mit 0,1—0,2 prozent. Colchicinlösung behandelt. Die Colchicinbehandlung hatte zunächst zur Folge, daß die Pflanzen in ihrer Entwicklung gehemmt wurden. Die Bestockung derselben war eine sehr schwache. Später erwies es sich, daß auf ein und derselben Pflanze Rispen mit kleinen und großen Ähren vorhanden waren. Letztere gaben große Samen. In den Keimwurzeln dieser Samen wurde eine Chromosomenzahl von 72 festgestellt. Somit erwiesen sich diese Pflanzen als Tetraploide. Die tetraploiden Formen unterschieden sich von der Kontrolle und von den Pflanzen, die aus den kleinen Samen der Versuchspflanzen hervorgegangen waren, bereits in einer frühen Entwicklungsphase. Anfangs drückten sich diese Unterschiede in der Behaarung und Farbe aus, die bei den tetraploiden Exemplaren intensiver waren. Mit fort-

schreitender Entwicklung wurden die Unterscheidungsmerkmale größer. Beim Vergleich der Rispentypen erwies es sich, daß die Rispen der tetraploiden Formen locker, bei den anderen kompakt waren. Die Fertilität der tetraploiden Formen war gegenüber der Kontrolle herabgesetzt, jedoch bei den einzelnen Pflanzen verschieden ausgeprägt.

Außer den experimentell erhaltenen tetraploiden Formen der Hirse konnten auch auf natürlichem Wege entstandene polyploide Formen dieser Kultur festgestellt werden. Die Samen dieser Pflanzen zeichneten sich durch abnorme Größe aus. In den Keimwurzeln derselben wurden $2n = 72$ Chromosomen gefunden.

Die herabgesetzte Fertilität der tetraploiden Hirse kann durch eine abnorme Meiosis bedingt sein, die mit der Bildung von Quadrivalenten verknüpft ist. Zwecks Beseitigung dieser Erscheinung empfiehlt sich eine Bastardierung zwischen den erhaltenen tetraploiden Hirseformen der verschiedenen geographischen Rassen mit nachfolgender Selektion. Haynberg

**Bredemann, G.,** Fasergehalt und Faserausbeute der Fasernesseln bei verschiedener Erntezeit. Faserforschung **14,** 193—206 (1940).

In vierjährigen Versuchen auf Mineralboden mit 17 Versuchssorten und einem einjährigen Versuch auf Niederungsmoorboden mit 5 Versuchssorten wurde die Gewichtszunahme, der Holz- und Rindengehalt, der Fasergehalt der Stengel, der Fasergehalt der Rinde und die Faserausbeute in verschiedenen Entwicklungsstadien der Zuchtnessel (Urtica dioica) untersucht. Die recht unterschiedlichen Sorten zeigen keine grundsätzlichen Unterschiede. Das Stengeltrockengewicht der Nessel von zweijährigen und älteren Beständen nimmt von der Zeit des Blühbeginns bis zum Ende der Vollblüte um fast das dreifache zu, danach beträgt die Zunahme bis zu beginnender Reife der Fruchtstände weitere 10%. Überreife Pflanzen verlieren durch eine Art Vorröste auf dem Halm an Gewicht. Der Rindenanteil der Stengel ist kurz vor der Blüte am größten, da zu diesem Zeitpunkt die Verholzung noch gering ist. Mit zunehmenden Alter bis etwa zur beginnenden Vollblüte nimmt der Holzanteil zu und damit der Rindengehalt ab. Auch der höchste Fasergehalt wird schon in recht frühem Entwicklungszustand infolge des geringen Holzanteiles erreicht. Die Untersuchung des Fasergehaltes der Rinde zeigt aber, daß der Fasergehalt der Rinde kurz vor der Blüte noch in Ausbildung begriffen ist und sich innerhalb der nächsten 5—6 Wochen um rund die Hälfte vermehrt. Der richtige Schnittreifezustand zur Erzielung eines möglichst hohen Faserertrages von der Fläche ist nach den Ergebnissen der Faserausbeute derjenige, wo bei den Stengeln die Blätter bis zu den Blütenständen abgefallen, die männlichen Blütenstände verblüht aber noch grün sind und an den weiblichen Blütenständen die unteren Früchte zu reifen beginnen. Für die weitere Steigerung des Fasergehaltes muß eine gleichzeitige Erhöhung des Rindenanteiles angestrebt werden, da der Rindenanteil der Stengel der faserarmen und faserreichen Sorten nicht verschieden ist. In den faserreichen Sorten ist der Faseranteil der Rinde so groß, daß eine weitere Steigerung ohne Rindenverdickung nicht erreichbar erscheint.

Hoffmann

**Chatschaturoff, S. P.,** Von der erblichen Bedingtheit des Wahlvermögens der Gameten bei der Befruchtung. Jarowisazia **4** (31), 21—25 (1940) [Russisch].

Pflanzen der grünkörnigen Roggensorte „RDS" wurden von 3 gelbkörnigen Roggensorten — „Besentschuk", „Fertile 8232", „Gelbkörnige Wjatka" — umgeben. Es konnte festgestellt werden, daß die Fremdbestäubung in diesem Versuch im Mittel 32% erreichte. Neben Pflanzen, die vollständig grünkörnig blieben, waren auch solche vorhanden, die 71% gelbe Körner hatten. Bei der Aussaat der Nachkommenschaften dieser Pflanzen unter denselben Bedingungen konnte beobachtet werden, daß sie sich in bezug auf die Kornfarbe in gleicher Weise verhielten wie die Elternpflanzen. Die erhaltenen Resultate lassen die Folgerung zu, daß das Wahlvermögen erblich bedingt ist. Haynberg

**Dawydoff, G. K.,** Wirkung des Ultratones auf Zuckerrübensamen. Dokl. Akad. Nauk. SSSR 29, 491—494 (1940) [Russisch].

In den Jahren 1937 und 1938 wurden in Rußland Untersuchungen bezüglich der Wirkung des Ultratones auf Zuckerrübensamen durchgeführt. Die Samen wurden in einer Menge von 25 g + 5 $cm^3$ destilliertes Wasser in einem Glas auf eine Quarzplatte von 22 $cm^2$ Größe in Transformatoröl gestellt. Die akustische Behandlung der Samen erfolgte bei einer Häufigkeit von 425000 Wiederholungen je Sekunde und bei einer Spannung von 2,6 KV auf der Quarzplatte. Nach 12 Stunden wurden die Samen in Vegetationsgefäße ausgesät. Es erwies sich, daß die akustischen Wellen von hoher Häufigkeit die Schnelligkeit des Keimens der Samen bedeutend steigerten. Die Wirkung konnte bereits in der ersten Entwicklungsphase beobachtet werden. Die Versuchspflanzen gingen 2 Tage früher auf als die Kontrolle. Die besten Resultate in bezug auf den Wurzelertrag und den Zuckergehalt wurden in den Varianten mit einer 2—4 Minuten langen Exposition der Samen erzielt. Im 2. Jahr wurden diese Versuche aufs neue angesetzt, wobei die Wiederholung bis auf 10 Gefäße je Variante erhöht wurde. Auch bei diesen Versuchen gingen die Pflanzen mit einer Expositionsdauer von 4 Minuten früher auf als die Kontrolle. Der Unterschied in der Wachstumsschnelligkeit, der sich in der ersten Entwicklungsphase zwischen den Versuchs- und Kontrollpflanzen zugunsten ersterer geltend machte, wurde mit zunehmender Entwicklung kontinuierlich größer. Zum Schluß der Vegetationsperiode wurde ein Mehrertrag an Wurzeln von 45,02 % bei den Versuchspflanzen erhalten.

Vf. sieht es für sehr wahrscheinlich an, daß die Peroxydase in der Pflanze durch die akustische Behandlung vergrößert wird, wodurch die Oxydationsprozesse in der Pflanze gesteigert werden, was eine erhöhte Wachstumsschnelligkeit der Pflanzen zur Folge hat, die eine bedeutende Mehrproduktion der Zuckerrübe bedingt. Haynberg

**Flaksberger, K. A.,** Über die Weizen der West-Ukraine und West-Weißrußland. Westn. Soz. Rasten 2, 40—51 (1940) [Russisch].

In der West-Ukraine und in West-Weißrußland werden vorwiegend Winterweizen (85—87 %) und nur wenig Sommerweizen angebaut. Es wird hauptsächlich Tr. vulgare in diesen Gebieten angetroffen, nur im östlichen Teil Galiziens und in der West-Ukraine begegnet man Tr. durum. Es überwiegen unbegrannte Formen, von welchen die weißährigen, weißkörnigen Sorten an erster Stelle genannt werden müssen (gr. albidum). In der West-Ukraine sind viel begrannte weißährige (gr. erythrospermum) und begrannte rotährige (gr. ferrugineum) Formen vorhanden. Die örtlichen Weizen dieser Gebiete verfügen über ein hohes Alter der Kultur und sind sehr wertvoll. Erstaunlich groß ist der Sortenreichtum dieser Weizen im Vergleich mit den unbedeutenden Unterschieden der ökologischen Bedingungen. Die wichtigsten Selektionssorten, die in diesen Gebieten vorhanden sind, sind folgende: „Banatweizen", „Wysokolitowki", „Sandomirki", „Pulawka" oder „Kostromka", „Modliboschizkaja", „Kuljawka", „Egiptjanka", „Gor-Konkur", „Nedschwizkaja" u. a. Haynberg

**Grekoff, P. I.,** Steigerung (Verdopplung) der Ernährung des Embryos von Sommerweizen mit Endosperm und der Einfluß derselben auf die erste Generation. Dokl. Akad. Nauk. SSSR. 27, 839—842 (1940) [Russisch].

In der Arbeit werden Vegetationsversuche mit einigen Weizensorten beschrieben, bei welchen der Embryo eines Kornes eine doppelte Endospermernährung erhielt. Der Einfluß der gesteigerten Ernährung des Sommerweizens mit dem Endosperm einer frühreiferen oder spätreiferen Weizensorte begann sich zum Eintritt der Schoß- und Blütephase bei den meisten Versuchspflanzen zu manifestieren. Von diesem Zeitpunkt an war die Entwicklung derselben bis zum Vegetationsschluß eine schnellere als bei der Kontrolle. Die erste Generation der Versuchspflanzen gab eine größere Stengelhöhe, eine größere Kornmenge in der Ähre und einen höheren Ertrag an Korn und an vegetativer Masse. Haynberg

**Harlan, H. V., M. L. Martini, u. H. Stevens,** A Study of Methods in Barley Breeding. (Untersuchung über Methoden der G[illegible].) U. S. Dep. of Agric. Washington D. C. Technical Bulletin [illegible] (1940).

Für den Züchter ist eine der wichtigsten Fragen, welche Elternformen er mit der größten Aussicht auf Erfolg kreuzen soll und in welcher Wei[illegible] die günstigsten Aufspaltungstypen auslesen kann. Diese Fragen untersuch[illegible] f. an einem großen Material für die Verhältnisse von Aberdeen, Idaho, U[illegible]. Aus einem großen Sortiment wurden 11 wichtige und 4 weniger bedeutende amerikanische Handelssorten und 13 Varietäten verschiedener Herkunft ausgewählt. Mit diesen 28 Formen wurde jede mögliche Kombination, insgesamt 379 Kreuzungen ausgeführt. Die 379 Kreuzungsnachkommenschaften wurden in verschiedener Weise behandelt: 1. Die Kreuzungsnachkommenschaften wurden während 7. Generationen getrennt weitergezogen. 2. Der Ertrag der Kreuzungsnachkommenschaften wurde festgestellt und nach dem Ertrag die Nachkommenschaften in 5 Gruppen eingeteilt. 3. In der $F_2$-Generation wurde von sämtlichen Kreuzungen ein gleicher Anteil zu einem Ramsch gemischt und gemeinsam weitergezogen. 1935 wurde von jeder Kreuzungsnachkommenschaft und von dem Gemisch ein Feld zur Einzelpflanzenauslese angebaut. Je 2921 Auslesen wurden von den Nachkommenschaften und von dem Gemisch genommen, 1936 in geschickter Anordnung mit den Eltern und der Vergleichssorte Trebi angebaut und der Ertrag jeder Reihe verglichen. Von den Nachkommenschaften mit höherem Ertrag vor der Auslese wurden mehr Auslesen geprüft als von den minder ertragsreichen. Aus dem Vergleich der Anzahl der guten und minderwertigen Auslesen können Schlüsse auf den Wert der verschiedenen Elternsorten als Kreuzungseltern und den Wert der Formen aus bestimmten geographischen Gebieten für die Züchtung gezogen werden. Für die Verhältnisse von Aberdeen stammten die besten untersuchten Eltern aus Nordafrika und Armenien. Einige weitere brauchbare Eltern kamen vom Balkan, aus der südlichen Sowjet Union, aus Indien und China. Nordeuropäische und mandschurische Formen hatten als Elternsorten geringen Wert. Die besten Eltern waren: Atlas, Minia, Trebi, Club Mariout, Arequipa, Sandrel, Flynn, Maison Carré, Algerian, Good Delta, California Mariout and Han River. Von großem Interesse ist, daß einige Varietäten, die in der Zuchtgartenprüfung keinen Erfolg versprachen, sich als gute Kreuzungseltern erwiesen, gewisse Handelsformen dagegen nur für bestimmte Zonen als Kreuzungseltern in Frage kommen. Die Erträge der Kreuzungsnachkommenschaften vor der Auslese geben einen guten Anhaltspunkt für die Wahrscheinlichkeit überdurchschnittliche Linien aus ihnen zu erhalten; Nachkommenschaften mit niedrigen Erträgen können ohne Gefahr eines Verlustes ausgemerzt werden. Alle Kreuzungen von sechszeiligen × zweizeiligen Gersten hatten während 7 Generationen einen geringeren Ertrag; aus ihnen konnten nur sehr wenige ertragreiche Linien ausgelesen werden. Die Ertragskurve der Kreuzungen sechszeilig × sechszeilig, die die besten Erträge bringen, verläuft entgegengesetzt derjenigen der Kreuzungen sechszeilig × zweizeilig. Vf. glauben, daß bei diesen Kreuzungen irgendwelche „Unverträglichkeiten“ sich störend bemerkbar machen. Aus dem Gemisch konnten mit gleichem Erfolg ertragreiche Linien ausgelesen werden wie aus den Kreuzungsnachkommenschaften. Im Durchschnitt erwiesen sich Formen mit gewissen morphologischen Merkmalen den anderen überlegen; z. B. waren die sechszeiligen Auslesen besser als die zweizeiligen, die Kapuzenformen bedeutend schwächer als die begrannten, die nackten Stämme nur wenig schlechter als die bespelzten, Formen mit durchschnittlicher Höhe besser als die niedrigen Typen. Die glattgrannigen Formen zeigten im allgemeinen infolge größerer Schartigkeit einen geringeren Ertrag, doch konnten auch Stämme mit gleich gutem Ertrag wie die rauhgrannigen ausgelesen werden. Blaue Aleuronschicht hat wahrscheinlich keine Beziehung zur Ertragsfähigkeit. Mittelfrühe Gersten sind an die gegebenen Bedingungen am besten angepaßt. Die interessanten und aufschlußreichen Untersuchungen sollen mit Doppelkreuzungen und Vierfachkreuzungen fortgesetzt werden. Hoffmann

**Jakuschewsky, E. S.,** Die an der Selektionsstation von Kuban des Allr. Inst. f. Pflanzenzüchtung erhaltenen Hirsesorten. Westn. Soz. Rasten **2**, 105—108 (1940) [Russisch].

Die aussichtsreichsten Sorten, die in den letzten Jahren bei der Selektionsarbeit mit der Hirse an der Versuchsstation von Kuban in Rußland erhalten wu[rden] sind folgende: 1. „Otrada-Kubanskaja 0157". Sie gehört zur Gruppe effus[um], ist mittelfrüh, hat rotes und großes Korn, ist gut belaubt und ziemlich hochwü[ch]sig, ihr Ertrag beträgt 23,3 dz je Hektar. 2. „Otrada-Kubanskaja 0267". Sie gehört zur gleichen Gruppe, hat mittelgroßes und rotes Korn, ist frühreif und mittelbelaubt, ziemlich dünnstengelig, der Ertrag erreicht 21,3 dz je Hektar. 3. „Otrada-Kubanskaja 0193". Diese Sorte gehört zur Gruppe contractum, sie hat großes und kremfarbiges Korn, ist frühreif, relativ schwach belaubt und dünnstengelig. Ihr Ertrag erreicht 21,8 dz je Hektar. 4. „Otrada-Kubanskaja 0280". Sie gehört der Gruppe compactum an, hat gelbes und großes Korn, ist mittelfrüh und mittelbelaubt. Ihr Ertrag erreicht 21,5 dz je Hektar. 5. „Otrada-Kubanskaja 0210". Diese Sorte gehört ebenfalls zur Gruppe compactum. Das Korn ist rot, mittelgroß. Sie ist relativ niedrigwüchsig. Ihr Ertrag erreicht 18,9 dz je Hektar.

Haynberg

**Karpetschenko, G. D.,** Von der Querteilung der Chromosomen unter dem Einfluß von Colchicin. Dokl. Akad. Nauk. SSSR. **29**, 402—405 (1940) [Russisch].

Als Objekt für das Studium der Colchicinwirkung auf Chromosomen dienten Keimwurzeln der Gerste, die nach Behandlung mit 0,125prozent. Colchicinwasserlösung im Verlauf von 2 × 24 St. mit starkem Chromazetformol fixiert wurden. Es konnte festgestellt werden, daß das Colchicin nicht nur auf den Mechanismus der Verteilung der Tochterchromosomen eine Wirkung ausübt, sondern auch den Prozeß des Auseinandergehens der Chromatiden selber beeinflußt, indem derselbe bald gehemmt, bald desorientiert wird und vielleicht zuweilen die die Chromatiden verbindenden Centromeren vollkommen zerstört. Es ist zwar möglich, daß diese Abnormitäten einen sekundären Effekt darstellen — eine Folge der Zerstörung der Teilungsspindel sind. Die Daten zeigen somit, daß die Querteilung der Chromosomen experimentell erhalten werden kann. Es muß somit beim Erhalten von polyploiden Pflanzenformen mittels Colchicin in Betracht gezogen werden, daß dieses Mittel auch qualitative Veränderungen der Chromosomen hervorrufen kann.

Haynberg

**Kasparjan, A. S.,** Tetraploider Tee (Thea sinensis L.). Dokl. Akad. Nauk. SSSR. **27**, 1017—1020 (1940) [Russisch].

Im Jahre 1939 gelang es dem Vf. 2 tetraploide Teestauden festzustellen. Die beiden Pflanzen unterschieden sich voneinander sowohl in ihrer Vitalität als auch in ihren morphologischen Merkmalen. Die eine Pflanze war 285 cm hoch und 150—170 cm breit. Ihre Blätter waren groß und fest. Die Spaltöffnungen waren groß, die Wände der Epidermalzellen stark gekrümmt. Große Dimensionen hatten auch die Blüten und der Pollen. Der große Pollen ist vollkommen lebensfähig und keimt normal. Die zweite Pflanze war von mittlerer Größe, 175 cm hoch und 120—140 cm breit. Die Blätter sind dunkelgrün, jedoch kleiner und nicht so fest wie bei ersterer. Der Charakter der Spaltöffnungen und der Epidermalzellen entspricht demjenigen der erstbeschriebenen Pflanze. Die Blüten und der Pollen sind ebenfalls groß. Der Prozentsatz an abortivem Pollen ist derselbe wie im ersten Fall. Beide Stauden sind vollkommen steril. Um die Fähigkeit zum Fruchtansatz festzustellen, wurden beide Pflanzen miteinander gekreuzt. Zytologisch konnte nur die erste Pflanze untersucht werden. Es erwies sich, daß dieselbe eine doppelt so hohe Chromosomenzahl hatte wie der diploide Tee. In der ersten Metaphase konnten mit Sicherheit 30 bivalente Chromosomen gezählt werden. Neben normalen Teilungsbildern wurden auch starke Abnormitäten beobachtet, die zur Bildung von Dyaden, Triaden, Pentaden und Hexaden führten.

Die Entdeckung von polyploiden Formen beim Tee, die ausser vom Vf. der vorliegenden Arbeit auch von Karasawa (1932) festgestellt wurden, ist von sehr grosser wirtschaftlicher Bedeutung. Wie auch in bezug auf andere Kulturen kann man erwarten, daß die Anbaugrenzen dieser Kultur durch die Polyploidie erweitert werden können. Außerdem ist es möglich, daß der hochqualitative indische Tee über die Polyploidie in die Wirtschaft übernommen werden kann. Haynberg

**Kemmer, E.,** Die Bedeutung der Standortsfragen für die Obstzüchtung. Forschungsdienst **9**, 511—517 (1940).

Das wichtige Gebiet der Beziehungen der Umwelteinflüsse zu züchterischen Fragen beim Obst ist bisher nicht genügend untersucht und beachtet worden, und der Vf. sieht den Grund dafür einmal darin, daß sich manche obstzüchterische Fragen losgelöst von besonderen obstbaulichen Erfahrungen lösen lassen und zum anderen, daß die Wirkung der Standortseinflüsse im einzelnen noch nicht genügend erforscht ist. Daß die Standortforschung von größtem Wert für die Obstzüchtung ist, zeigt uns der Vf. an verschiedenen Beispielen. Zunächst wird die Frage der Frostresistenz im Hinblick auf den Standortfaktor Unterlage behandelt. So ist z. B. bei Quittenunterlagen beobachtet worden, daß sie sich in unveredeltem Zustand ganz anders dem Frost gegenüber verhalten als in veredeltem; auch ist die aufveredelte Sorte von großem Einfluß auf die Frostwiderstandsfähigkeit der Unterlage. Auch bei gleicher Unterlage beobachtet man vielfach ein ganz verschiedenes Verhalten ein und derselben Sorte. An einem Beispiel vom Apfel wird hier die Pflanztiefe als entscheidender Faktor aufgezeigt. Von Bedeutung ist die Beachtung der Standortseinflüsse natürlich für die Resistenzzüchtung; die Wirkung der Umweltfaktoren auf den Wirt sowohl wie auf den Krankheitserreger ist zu beachten. Weitere Beispiele zeigen u. a. den Einfluß der Vorkultur auf die Frostresistenz bei Erdbeeren, die Wirkung verschiedener Lichtintensität auf Gestalt und Farbe beim Apfel, den Einfluß der Schnittpflege auf Reifezeit und Größe der Früchte bei der Schattenmorelle. Schmidt

**Klapp, E.,** Der Gesundheitszustand des Kartoffelpflanzgutes nach Sorten und Landschaften. Pflanzenbau **17**, 1—24 (1940).

Vf. berichtet über die im Rahmen des Sonderauftrages des Forschungsdienstes „Bekämpfung des Kartoffelabbaues“ durchgeführten Untersuchungen über die Abbaufestigkeit von Sorten durch Abbauversuche und über die Anbaulage durch Auswertung der Herkunftsprüfungen der Landesbauernschaften. Sämtliche Kartoffelsorten der Reichsliste wurden seit 1937 in der stark virusgefährdeten Lage des Dikopshofes (Kölner Bucht) zweimalig nachgebaut und die Krankheits- (Wert-) Zahlen ermittelt. Die widerstandsfähigsten Sorten wiesen im ersten bzw. im zweiten Nachbau nur ein Zehntel bzw. ein Fünftel des Krankheitsbesatzes der empfindlichsten Sorten auf. Die Ertragseinbußen der Nachbaustufen entsprechen in großen Zügen den Krankheitszahlen und betragen beim ersten im Mittel 26%, beim zweiten Nachbau 54% des Hochzuchtertrages. Die Abbaufestigkeitsprüfungen erfahren eine Kontrolle durch die Auswertung der 1937—1939 geprüften etwa 80 000 Herkünfte der Landesbauernschaften. Die mittleren Wertzahlen der Sorten liegen zwischen 64 (= 2,50% abbaukranker Stauden) und 803 (= 32,12% abbaukranker Stauden), wobei die widerstandsfähigsten Sorten etwa 80% „gute“ und die am stärksten erkrankten 50—80% „schlechte“ Herkünfte lieferten. Zwischen Abbaufestigkeit und Herkunftsprüfung wurde eine befriedigende Übereinstimmung der Rangfolge bei etwa zwei Drittel der Sorten erhalten. Die Abweichungen lassen sich vornehmlich durch die verschiedene Lage der Hauptanbaugebiete der Sorten erklären. Der Krankheitsbesatz nimmt in der Reihenfolge der Reifegruppen: mittelfrüh, spät, mittelspät, früh zu. Die Zusammenfassung der wichtigsten Rangordnungen gibt ein recht zutreffendes Bild über die Abbaufestigkeit der Sorten, von denen „Ostbote“, „Mittelfrühe“, „Roland I“, „Flava“ und „Ackersegen“ in mehr als 80% aller Fälle als überdurchschnittlich gesund beurteilt wurden. Das neue Anerkennungsverfahren hat in verhältnismäßig kurzer Zeit zu einer

erheblichen Verbesserung des Gesundheitszustandes des deutschen Kartoffelpflanzgutes geführt und zu einer Verschiebung der Anerkennungsfläche nach den Landesbauernschaften guter Herkunftslage unter Bevorzugung der abbaufesteren Sorten.

Stelzner

**Knapp, O.,** Sonnenblumenzüchtung in Ungarn. Züchter **12**, 193—199 (1940).

Der Sonnenblumenanbau ist in Südeuropa ständig im Zunehmen, er hat in Ungarn schon einen Umfang von 35000 ha angenommen. Seit 1936 befaßt sich die Pflanzenzuchtstation Fölsöireg mit der Züchtung der Sonnenblumen mit 2 verschiedenen Zuchtzielen: 1. einer niederen frühreifen Form für den Anbau im Großbetrieb und Reinkultur und 2. einer mittelhohen, mittelspäten und standfesten Sorte für Randpflanzung und in Zwischenkultur. Die Kornfarbe ist in beiden Zuchtrichtungen entweder gestreift oder weiß. Der Kernprozentanteil ließ sich wesentlich steigern, ebenso der Ölgehalt, der bei den niedrigen Sorten zwischen 48—52%, bei den höheren von 49—55% schwankt. Die neuen Sorten sollen vor allem einköpfig, standfest und frühreif sein. Die durch die Sonnenblumenmotte (Homoesoma nebulella Hb.) hervorgerufenen Schädigungen der Kerne haben wesentlich zu dem unlustigen Anbau der Sonnenblume beigetragen, der Ausfall an Kernen betrug in manchen Jahren 60—90%! Es gibt aber Formen, die eine Panzerschicht besitzen, die das Eindringen der Raupen in die Kerne verhindern. Diese Schicht stellt eine Zwischenlagerung von Phytomelan zwischen Hypoderm und Faserschicht dar. Diese Formen sollen vornehmlich zur Zucht verwendet werden.

Hertzsch

**Knjaginitscheff, M. I.,** Die biochemische Variabilität und ihre Bedeutung für die Selektion der Futterkulturen. Westn. Soz. Rast. **1**, 89—102 (1940) [Russisch].

In der Arbeit wird die chemische Zusammensetzung von Körnern, Knollen und anderen Elementen des Ertrages untersucht, ferner die Variabilität der chemischen Zusammensetzung von Pflanzen, die auf getrennten Selektionsparzellen ausgesät worden waren. Als Material dienten Körnerfrüchte, Wurzelfrüchte, Knollenfrüchte u. a. Auf Grund der Untersuchungen wird festgestellt, daß den Sorten dieser Kulturen eine starke phänotypische Variabilität der chemischen Merkmale bezüglich der Körner, Knollen, Pflanzen und Selektionsparzellen eigentümlich ist, wobei die Amplitude derselben von der Sorte, der Kultur, dem Anbauort u. a. abhängig ist. Als Ursache dieser starken Variabilität muß die individuelle Eigentümlichkeit jeder Kultur im Ansatz der Früchte angesehen werden, die mit der Entwicklungsbiologie eng verknüpft ist.

Die Variabilität der chemischen Zusammensetzung der Pflanzen einer Sorte hängt von zwei Ursachen ab: 1. von der Nichtgleichförmigkeit des Bodens und andere schwer festzustellenden Mikrofaktoren unter Feldbedingungen und 2. von der genotypischen Unausgeglichenheit der Selektionssorten in bezug auf chemische Merkmale. Die biochemische Bewertung des Bastardmaterials kann auf gleiche Weise wie auch diejenige des Ausgangsmaterials in bezug auf die Elternformen nach Variationskurven durchgeführt werden. Die Analyse von zufallsmäßig genommenen Ertragsprodukten einer Pflanze oder Parzelle wird zufällig sein und keine richtige Vorstellung von den Unterschieden zwischen den Linien und über die Gesetzmäßigkeit der Vererbung der einzelnen chemischen Stoffe geben.

Haynberg

**Knjaginitscheff, M. I., I. F. Mutul,** und **I. K. Pallowa,** Die Artunterschiede beim Weizen in der Aktivität und Qualität der Kornamylase. Dokl. Akad. Nauk. SSSR. **27**, 1020—1024 (1940) [Russisch].

Als Untersuchungsmaterial dienten folgende Weizenvarietäten: Tr. vulgare gr. erythrospermum, Tr. sphaerococcum gr. tumidum, Tr. durum gr. hordeiforme, Tr. durum v. arrassita, Tr. durum v. leucurum, Tr. spelta v. coerulescens, Tr. polonicum v. Salomonis, Tr. persicum v. rubiginosum, Tr. dicoccum v. farrum, Tr. mono-

coccum v. ps.-vulgare, Tr. monococcum gr. flavescens. Die Bestimmung der amylolytischen Aktivität wurde nach der üblichen Methode durchgeführt. Das dabei erhaltene Autolysat diente auch für die Bestimmung des in diesem enthaltenen Zuckers. Die Autolyse verlief bei 30° bis 0,2° während 1 Stunde. Es erwies sich, daß das Korn der Kulturarten der 28-chromosomigen Hartweizen eine bedeutend größere Maltosemenge bildet als die Arten Tr. persicum und Tr. dicoccum derselben Weizengruppe sowie die 14- und 42-chromosomigen Weizengruppen. Dasselbe konnte auch in bezug auf den Zuwachs der Gesamtzuckersumme festgestellt werden, wobei die Summe immer niedriger ist als die Indexe der amylolytischen Aktivität. Eine sehr niedrige amylolytische Aktivität wurde nur beim Einkornweizen beobachtet. Der Temperaturkoeffizient und die Energie der Aktivierung der saccharofizierenden Amylase ist bei der Gruppe des gewöhnlichen Weizens bedeutend höher als bei der Hartweizengruppe des Einkorn- und Ägilopsweizens, wobei diese Indexe wenig vom Ort der Herkunft des Weizens abhängig sind. Haynberg

**Köhler, E.,** Der Virusnachweis an Kartoffeln. Eine Anleitung für Züchter und Kartoffelbegutachter. Mitt. Biol. Reichsanst. Landw. H. **61**, 1—11 (1940).

Die vorliegende Anleitung ist eine erweiterte Auflage des Heftes 53 der Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Die wichtigsten Verfahren der Virusdiagnose werden kurz besprochen, in der Hauptsache aber die Krankheitsbilder beschrieben und in zahlreichen Abbildungen vorgeführt. Von den erwähnten Verfahren haben sich in der Züchtung und im Begutachtungswesen die Stecklingsprobe und die Testpflanzenmethode vielseitig bewährt. Der Vorteil beider Verfahren liegt darin, daß sie in der Zeit zwischen Ernte und Auspflanzen anwendbar sind und somit noch vor dem Auslegen der Knollen die Ergebnisse liefern. Stelzner

**Krüger, E.,** Untersuchungen über den Einfluß von Elektrolyten und Nichtelektrolyten auf die Sporangienkeimung und die Differenzierung der Zoosporen bei Phytophthora infestans. Arb. a. d. Biol. Reichsanst. **23**, 51—95 (1940).

Vorliegende Arbeit befaßt sich mit dem Einfluß von Elektrolyten und Nichtelektrolyten auf die Art der Keimung, Differenzierung von Zoosporen oder direkte Entwicklung einer Hyphe, der Phytophthora-Sporangien. In der Hauptsache wurde mit einer Pilz-Rasse der S-Gruppe gearbeitet, die zur Erhaltung möglichst gleichmäßigem Versuchsmaterials auf Kartoffelknollen kultiviert wurde. Die Keimprüfungen wurden bei einer Temperatur von 15° C in kleinen Blockschälchen durchgeführt, die mit 1,5 ccm der zu untersuchenden Lösung und mit den Sporangien beschickt wurden. In sämtlichen Versuchen verlief die Keimung der Sporangien zu Zoosporen am günstigsten in doppelt destilliertem Wasser. Keine weitere Förderung konnte durch Zugabe von organischen oder anorganischen Verbindungen erreicht werden, sie wirkten sogar für die einzelnen Substanzen von bestimmten Konzentrationen ab hemmend. Die Empfindlichkeit der Sporangien war am geringsten gegenüber den Nitraten der Alkalimetalle und am höchsten gegenüber den Schwermetallen. Durch einige Kationen konnte bei gesteigerten Konzentrationen eine Umstimmung des Sporangiums von der Zoosporendifferenzierung auf direkte Keimung ausgelöst werden. Eine ähnliche Wirkungsreihe wurde für die Anionen in Verbindung mit Kalium festgestellt. Die Empfindlichkeit der Sporangien gegenüber den geprüften Nichtelektrolyten war relativ gering. Einige verursachten bei höheren Konzentrationen ebenfalls eine Umstimmung in der Sporangienkeimung. Zwischen der Eindringungsgeschwindigkeit der geprüften Substanzen in das Sporangienplasma und ihrer entwicklungsphysiologischen Wirkung konnten keine generellen Übereinstimmungen festgestellt werden, doch lag im allgemeinen der Wirkungsgrad um so höher, je schneller der betreffende Stoff einzudringen vermag. Zwei verschiedene Phytophthora-Stämme zeigten Differenzen

in der Zoosporen- bzw. Keimschlauchausbildung, die mit Unterschieden in der physikalisch-chemischen Plasmakonstitution parallel liefen. Stelzner

**Kusmenko, A. A., und W. D. Tichwinskaja,** Von der Vererbung des Nicotins und Anabasins bei Artbastarden der Kreuzung N. tabacum × N. glauca und der gegenseitige Einfluß dieser Arten bei Transplantation derselben. Isw. Akad. Nauk. SSSR., Ser. Biol. **1**, 564—576 (1940) [Russisch].

Die chemischen Analysen der Bastarde der Kreuzung N. tabacum × N. glauca, die im Jahre 1938 durchgeführt wurden, hatten gezeigt, daß in den Blättern der Bastardpflanzen Anabasin synthesiert wird, das den Pflanzen von N. glauca eigentümlich ist. In bezug auf den Gehalt an Gesamt- und Eiweißstickstoff nähern sich die Bastardpflanzen N. tabacum. Dieses wurde auch hinsichtlich der Länge der Vegetationsperiode und des Habitus beobachtet. Im Jahre 1939 wurde diese Arbeit mit einer größeren Pflanzenzahl derselben Kombination fortgesetzt. Die Bestimmung des Nicotins wurde mit Hilfe der Methode von Bertran-Javille durchgeführt, die Summe der Alkaloide wurde nach der Methode von Keller, der Anabasingehalt nach der Methode von Khumara, der Gesamtstickstoff nach der Methode von Kjeldahl, der Proteingehalt nach der Methode von Barnstein und die Carbohydrate nach der Methode von Schoorl bestimmt, die teilweise modifiziert wurden. Die Resultate dieser Untersuchungen haben gezeigt, daß die $F_1$-Bastarde der Kreuzung N. tabacum × N. glauca in bezug auf die Länge der Vegetationsperiode, wie dieses auch im vorhergehenden Jahr festgestellt werden konnte, N. tabacum näherstanden. Die Länge der Vegetationsperiode betrug bei denselben vom Aufgang der Saat bis zum Blütebeginn 86 Tage, gegenüber 82 Tagen bei N. tabacum und 125 Tagen bei N. glauca. Auch in bezug auf den Habitus, die löslichen Kohlenstoffhydrate, den Gesamt- und Eiweißstickstoff näherten sich die Bastarde N. tabacum. Somit könnte man von einer Dominanz des Typs N. tabacum über N. glauca sprechen. Jedoch wird in bezug auf die Alkaloide ein umgekehrtes Bild beobachtet: beim $F_1$-Bastard N. tabacum × N. glauca überwiegt in den Blättern das nichtflüchtige Alkaloid Anabasin, das bei N. tabacum vollständig fehlt. Es ist sehr charakteristisch, daß bei der Pfropfung von N. tabacum auf N. glauca in den Blättern von N. tabacum immer ein bedeutender Anabasingehalt festgestellt werden konnte. Auch bei der Pfropfung von N. glauca auf N. tabacum wurde in der Unterlage Anabasingehalt beobachtet. Dieser Wechseleinfluß zwischen Pfropfreis und Unterlage machte sich bei diesen Kulturen nicht nur in bezug auf den Alkaloidkomplex geltend, sondern auch auf eine Reihe anderer Eigentümlichkeiten. Die erhaltenen Daten lassen vermuten, daß in den transplantierten Pflanzen dieser Kulturen eine Wanderung von irgendwelchen Stoffen sowohl aus dem Reis in die Unterlage als auch aus der Unterlage in den Reis vor sich geht. Diese Stoffe können nach Meinung des Vf. zweierlei Typs sein. Es ist möglich, daß aus einem Pfropfungskomponenten in den anderen Stoff hinüberwandern, aus welchen das Molekül des einen oder anderen Alkaloids aufgebaut wird, oder es handelt sich aber dabei um Stoffe, die auf die Richtung der Synthese der Alkaloide (Nicotin und Anabasin) einen Einfluß ausüben. Haynberg

**Litowtschenko, A. G.,** Bedeutung der Tricotyledonie in der Pflanzenzüchtung. Dokl. Akad. Nauk. SSSR. **27**, 819—824 (1940) [Russisch].

Vf. weist auf die Bedeutung der Tricotyledonie bei einigen Kulturen (Zuckerrübe. Ricinus, Phaseolus) hin. Es wird gezeigt, daß solche Pflanzenformen einige Vorzüge haben, wie schnelleres Wachstum der Blattmasse, höherer Zuckergehalt und höhere Ertragsfähigkeit (Zuckerrübe). Auch in bezug auf Phaseolus und Ricinus konnte festgestellt werden, daß die Tricotyledonen-Formen schneller blühen und mehr Früchte ansetzen als die gewöhnlichen Formen dieser Kulturen.

Haynberg

**Ljaschtenko, I. F.,** Über die Plasmavererbung bei der Sonnenblume. Dokl. Akad. Nauk. SSSR. **27**, 827—829 (1940) [Russisch].

Beim Studium der Genetik der Immunität der Sonnenblumen gegen Orobanche cumana konnte die Erscheinung der Vererbung des Plasmas beobachtet werden. In den Kombinationen, in welchen als mütterliche Pflanze eine anfällige Form gewählt wurde, spaltete ein größerer Prozentsatz „anfälliger" Pflanzen heraus als „ausdauernder" und „nichtanfälliger". Dabei erstreckt sich diese Erscheinung auf die Nachkommenschaften aller Pflanzen, unabhängig davon, auf welche Art ihre Bestäubung in der $F_1$ erfolgte — Selbstbestäubung, paarweise Bestäubung oder freie Abblüte. Wenn als mütterliche Pflanze jedoch eine „ausdauernde" Form gewählt wird, so spaltet in der $F_2$ ein kleinerer Prozentsatz „anfälliger" Pflanzen und ein größerer Prozensatz an „ausdauernden" und „nichtanfälligen" Pflanzen heraus. Diese Resultate wurden bei der Erforschung eines großen Pflanzenmaterials der Sonnenblume (mehr als 1000 $F_2$-Pflanzen in jeder Kombination) erhalten.

Haynberg

**Ljaschtenko, I. F.,** Fälle des Aufspaltungsausfalls bei Bastarden der Sonnenblume. Dokl. Akad. Nauk. SSSR. **27**, 824—827 (1940) [Russisch].

Beim Studium der Genetik der Immunität der Sonnenblume gegen Orobanche konnte die interessante Erscheinung des Ausfalls der Aufspaltung in der zweiten Bastardgeneration beobachtet werden. Es werden 6 Fälle beschrieben, wo solch ein Ausfall stattfand. Auf Grund dieser Tatsachen können folgende Annahmen gemacht werden: 1. Vorhandensein des Wahlvermögens der Gameten bei der Bestäubung in der $F_1$. Wenn dieses der Fall gewesen wäre, so würden nicht volle Ähren beobachtet worden sein, was nicht den Tatsachen entsprach; 2. Polymerie in bezug auf solch ein Merkmal wie die Anfälligkeit gegen Orobanche. Jedoch fand auch in bezug auf morphologische Merkmale keine Aufspaltung statt; 3. Vorhandensein einer besonderen Art der Plasmavererbung, die sich der $F_1$ nicht manifestiert, sondern nur in der $F_2$. Dieses kann durch viele Fälle begründet werden, wo die Plasmavererbung in der $F_1$ einer Reihe von Kombinationen viel stärker ausgeprägt war als in der $F_2$. Ferner wurde bei den reziproken Kreuzungen das gewöhnliche Aufspaltungsbild beobachtet. Vf. weist auf die größere Wahrscheinlichkeit letzterer Annahme hin.

Haynberg

**Lobascheff, M. E.,** Die Keimauslese und Dynamik der mutativen Variabilität. Dokl. Akad. Nauk. **27**, 1037—1041 (1940) [Russisch].

Untersucht wird die Konkurrenzfähigkeit der Spermatozoen, die unter den Bedingungen einer ungleichen Konzentration des Spermas in den Rezeptakeln der Weibchen über neu entstandene letale Mutationen in der Gametogenese verfügen. Im Versuch wurden jungfräuliche $\frac{\text{scCLBv}}{\text{scvfcar}}$ Weibchen anfangs mit röntgenisierten Männchen der Linie „Samara" gekreuzt. Nach der Kreuzung mit den ersten Männchen wurden die Weibchen mit Männchen der Linie scvfcar gekreuzt. In der Kontrolle wurden die Weibchen nur mit einem Männchen gekreuzt. Es erwies sich, daß der Prozentsatz der Mutationen bei zweimaliger Kreuzung herabgesetzt wird. Somit zeigen die vorläufig erhaltenen Daten, daß eine höhere Konzentration des Spermas das Entstehen von Spermien mit letalen Mutationen hindert. Ein Teil der örtlichen Veränderungen im Spermatozoon, die mit einer letalen Wirkung verbunden sind, setzt offenbar gleichzeitig ihre Lebensfähigkeit oder die Fähigkeit zur Befruchtung herab. Nach Lobascheff hat der Faktor, der die erhöhte Mutabilität bedingt, auch gleichzeitig Einfluß auf die Dynamik der Keimauslese. Somit sind die erblichen Veränderungen der Zelle und die Umweltsbedingungen sowohl in der Keimauslese als auch in der Dynamik der erblichen Variabilität bestimmend. Die Bedeutung der Keimauslese in der Bestimmung der Dynamik der Entstehung von Mutationen kann bei Pflanzenformen eine sehr große sein.

Haynberg

**Meyer, G.,** Zellphysiologische und anatomische Untersuchungen über die Reaktion der Kartoffelknolle auf den Angriff der Phytophthora infestans

bei Sorten verschiedener Resistenz. Arb. a. d. Biol. Reichsanst. **23**, 97 bis 133 (1940).

Vf. hat sich zur Aufgabe gestellt, die anatomischen und physiologischen Veränderungen nach Infektion mit Phytophthora bei anfälligen Kartoffelsorten im Vergleich mit resistenten Stämmen zu untersuchen. Außerdem wurde geprüft, inwieweit die Art und Weise, mit der die infizierten Zellen auf den Angriff des Parasiten reagieren, in kausalem Zusammenhang mit dem Resistenzgrad stehen. Für die Versuche wurden Einzellkulturen der Biotypengruppe A von Phytophthora infestans und Knollen von Kultursorten und zwei Stämme der W-Sorten benutzt. Als wesentlicher Faktor für die unterschiedlichen Resistenzgrade ist nicht der Zustand, in dem sich die Zellen vor der Infektion befinden anzusehen, sondern die Schnelligkeit, mit der die Wirtszellen auf den eingedrungenen Parasiten reagieren. Auf den Knollen resistenter Sorten stellt sich eine an die Verbräunung der kollabierten Zellen gebundene Hemmung der vegetativen Entwicklung des Pilzes früher ein als auf anfälligen Knollen, in deren Folge auf ersteren die Fruktifikation ausbleibt. Diese Abwehrreaktion wird in Beziehung gebracht zu einer Stoffbildung, die sich mit Gerbstoffreagentien nachweisen läßt. Bei hochresistenten Knollen verläuft diese Reaktion nicht nur in den Zellen der nächsten Umgebung der nekrotischen Zellkomplexe, sondern auch in solchen, die mit dem Parasiten noch nicht in Kontakt gelangten, wodurch zwischen dem gesunden und kranken Gewebe eine „Barriere“ entsteht, die vom Pilz nicht mehr überwunden werden kann.

Stelzner

**Mittmann-Maier, Gertrud,** Untersuchungen über die Anfälligkeit von Apfel- und Birnensorten gegenüber der Monilia-Fruchtfäule. Gartenbauwiss. **15**, 334—361 (1940).

Die Vf. infizierte im Verlauf dreijähriger Untersuchungen pflückreife Früchte von 158 Apfel- und 111 Birnensorten künstlich mit Monilia fructigena und M. cinerea, den Erregern der Monilia-Fruchtfäule. Für das Zustandekommen der Infektion ist das Vorhandensein von Verletzungen der Fruchtschale Voraussetzung. Eine völlig widerstandsfähige Sorte wurde nicht gefunden, jedoch konnte bei den einzelnen Sorten eine verschieden schnelle Ausbreitung der Fäule festgestellt werden. Unter den Apfelsorten ist am widerstandsfähigsten Rheinischer Bohnapfel. Ferner sind resistent Pomeranzenapfel, Zwiebelborsdorfer, Roter Winterstettiner, Gelber Winterstettiner, Medina, Ribston Pepping. Relativ resistente Birnensorten sind die Neuzüchtung „Sämling Muth“ sowie die Sorten Gestreifter St. Germain, Olivier de Serres, Edelcrassane, Souvenir de Constantin Bernard, Charles Cognée, Schöne Angevine.

Schmidt

**Perlowa, R. L.,** Generative Nachkommenschaft diploider Kartoffelarten. Dokl. Akad. Nauk. SSSR. **29**, 336—340 (1940) [Russisch].

Es wurden die Nachkommenschaften von 6 diploiden ($2n = 24$) Kartoffelarten untersucht, und zwar von S. gibberulosum Juz. et Buk., S. Horivitzii Juz. et Buk., S. aracc-papa Juz., S. catarthrum Juz., S. Macmillanii Buk. und S. canarense Buk. Von diesen Arten ist nur S. gibberulosum unter den Bedingungen von Leningrad selbstfertil. Unter den Bedingungen von Pamir erwiesen sich jedoch alle genannten Arten als fertil. Eine frühe Beerenbildung wurde bei S. gibberulosum und S. catarthrum beobachtet (4.—16. August), eine späte bei S. horowitzii, S. Macmillanii und S. canarense (16.—28. Sept.), S. aracc-papa bildete zwischen dem 7. und 10. Sept. Beeren. S. gibberulosum gab eine große Anzahl Beeren (60—80 je Staude), S. canarense und S. catarthrum gaben zu 10—20 Beeren, während S. Horowitzii, S. aracc-papa und S. Macmillanii nur je 3—10 Beeren je Staude gaben. Dabei bildeten die 3 letzten Arten wenigsamige Beeren aus, indessen die übrigen vielsamige Beeren gaben. Bei der Aussaat der in Pamir erhaltenen Samen dieser Arten konnten Unterschiede bezüglich der Keimfähigkeit der Samen festgestellt werden. Die zytologische Analyse ergab bei allen untersuchten Sämlingen eine somatische Chromosomenzahl von 24. Auf

Grund der erhaltenen Untersuchungsresultate konnten 2 Kategorien von diploiden Arten festgestellt werden: eine Kategorie, bei welcher in der generativen Nachkommenschaft nur eine unbedeutende Variierung der sekundären Merkmale (wie Pigmentierung der Blattachsen bei S. Horovitzii, Pigmentierung des Kelchs bei S. canarense, S. catarthrum u. a.) beobachtet werden, wobei die Hauptmerkmale der Art unveränderlich blieben, und eine zweite Kategorie, bei welcher in der generativen Nachkommenschaft eine Aufspaltung eines oder auch mehrerer Hauptmerkmale außer den sekundären Merkmalen festgestellt wurde (wie die Herausspaltung von weißblütigen Pflanzen bei S. Macmillanii, oder von Pflanzen mit gefärbten Blüten bei S. gibbulosum sowie die Herausspaltnng von fertilen Sämlingen bei S. aracc-papa). Diese Kategorie zeichnet sich durch eine begrenzte Heterozygotie aus. Haynberg

**Prawdin, L. F.**, Einfluß von Heteroauxin auf die Bewurzelung und das Wachstum von Stecklingen mit Blättern. Dokl. Akad. Nauk. SSSR. **29**, 494—497 (1940) [Russisch].

Da es sich erwiesen hat, daß Heteroauxin nicht von gleicher Wirkung auf das Wachstum und die Bewurzelung der Stecklinge von verschiedenen Pflanzen ist, wurden vom Vf. eine Reihe Arten auf die Unterschiede der Heteroauxinwirkung hin untersucht. Das Material konnte beim Versuch in 3 Gruppen gegliedert werden: 1. Pflanzen, auf deren Stecklinge das Heterauxin eine starke Wirkung auf die Bewurzelung ausübte, 2. Pflanzen, deren Stecklinge trotz der Heteroauxinbehandlung keine Wurzeln bildeten und 3. Pflanzen, deren Stecklinge fast gar nicht auf Heteroauxin reagierten. So reagierten folgende Formen überhaupt nicht auf dieses Mittel: Euphorbia biglandulosa Boiss., Thea Bohea L., Carmellia japonica L., Rhododendron Gomer-Waterer, Rh. arboreum Sm. hybr. „Aurora", Rh. arboreum Sm. hybr. Kathe-Mette (Seidel 97), Rh. ponticum L. var. hybr. hort., Rh. formosum Wall., Rh. ledifolium G. Don., Rh. „Britania" B. Ryes A. G., Rh. spec. Rh. arboreum Sm. hybr. Bei den Stecklingen von Quercus suber L. und Acacia dealbata Link. wurden nur in einzelnen Fällen schwache Wurzeln erhalten, so daß dieses Resultat nicht der Heteroauxinwirkung zugeschrieben werden kann, Dagegen erwies es sich, daß die Stecklinge von Oleander zwar sehr stark durch Bildung einer großen Wurzelzahl auf Heteroauxin reagieren, jedoch unterscheidet sich die mittlere Länge einer Wurzel oder eines Austriebes, die Zahl der Internodien oder Blätter sehr unbedeutend von der Kontrolle. Auf gleiche Weise verhält es sich auch mit dem Trockengewicht der einjährigen Pflanzen. Auf die Bewurzelung der Stecklinge von Begonia war Heteroauxin sogar etwas von negativer Wirkung. Somit ergibt sich, daß Heteroauxin kein stimulierendes Universalmittel für die Bewurzelung darstellt. Während es bei den Stecklingen der einen Pflanzen starke Bewurzelung hervorruft, reagieren die Stecklinge anderer Pflanzen fast gar nicht oder auch überhaupt nicht. Haynberg

**Psareff, G. M., und N. F. Neumann**, Einfluß der Tageslänge auf die Aktivität des kambialen Wachstums. Dokl. Akad. Nauk. SSSR. **29**, 497 bis 500 (1940) [Russisch].

Es wird versucht, die Bedeutung des photoperiodischen Faktors im Querwuchs des Stengels bei zwei, auf die Tageslänge verschieden reagierenden Sojasorten — „Illini" (späte) und „Kruschul" (frühe) — festzustellen. Die Beobachtungen bezogen sich auf die relative Entwicklung des Xylems. Die Querschnitte der Stengel der Versuchspflanzen, die aus verschiedenen Internodien stammten, wurden mit Hilfe eines Binokulares und einer Zeichenkamera bei einer Vergrößerung von 45mal durch Aufzeichnen festgehalten. Die analysierten Pflanzen wiesen in bezug auf die Zahl der Nodi oder Blätter und somit auch in bezug auf die Zahl der Blattspuren im Stengel bedeutende Unterschiede auf. Es schien deswegen am richtigsten zu sein, den Entwicklungsgrad des Xylems nicht nur nach der absoluten, sondern auch nach der relativen Größe der durch dasselbe eingenommenen Fläche festzustellen. Ungeachtet dessen, daß die Pflanzen der Langtagvariante

diejenigen der Kurztagsvariante bezüglich der Zahl der Blattspuren bedeutend übertrafen, konnte ein stärker entwickeltes Xylem nicht bei Langtag in den Stengeln beider Sorten beobachtet werden, sondern bei Kurztag. Dieses bezeugt offenbar, daß der Kurztag die Aktivität des kambialen Wachstums bei der Soja bedeutend steigert. Wenn man ferner die Sorten bezüglich der Aktivität der Lebensfähigkeit des Kambiums vergleicht, die hier durch die Entwicklung des Xylems bestimmt wird, so kann man einen vollkommen offensichtlichen Unterschied bei den Sorten in bezug auf die Reaktion in der Tätigkeit des Kambiums auf eine veränderte Tageslänge konstatieren: das Kambiumwachstum verändert sich bei „Illini" unter dem Einfluß der Tageslänge stärker als bei „Kruschul". Dieser Unterschied im Wachstum des Kambiums steht in direkter Abhängigkeit von der allgemeinen Reaktivität derselben bezüglich der Wachstumserscheinungen auf die photoperiodische Einwirkung. Haynberg

**Schebrak, A. R.,** Über die vergleichende Fertilität der Amphihaploide und Amphidiploide der Kreuzung Tr. Timopheevi × Tr. durum v. hordeiforme 010. Dokl. Akad. Nauk. SSSR. **30**, 54—57 (1941) [Russisch].

Samen der Amphidiploide und Amphihaploide der Kreuzung Tr. Timopheevi × Tr. durum v. hordeiforme wurden in Petrischalen gekeimt. Im Alter von 4 bis 5 Tagen wurden die Pflanzen in Lehmtöpfe ausgepflanzt. Zu Beginn der Bestockung wurden die Pflanzen in Kästen umgepflanzt. Während der Vegetation erhielten die Pflanzen Nährmischung von Knopp bei Zugabe von Bor und Mangan. Unter diesen Bedingungen entwickelten sich die Versuchspflanzen gut. Die amphihaploiden Pflanzen bildeten 4 Tage früher Ähren als die amphidiploiden. Eine Isolierung der Versuchspflanzen wurde in der Blütezeit nicht vorgenommen, so daß die amphihaploiden Pflanzen mit dem Pollen der reich blühenden amphidiploiden Pflanzen als auch mit dem Pollen anderer Arten, die im gleichen Gewächshaus wuchsen, bestäubt werden konnten. Die Kreuzbestäubung rief bei den amphihaploiden Pflanzen eine offene und lang andauernde Blüte hervor. Im Mittel wurden bei den Amphihaploiden je Pflanze 32,5 Ähren mit 354 Ährchen und 1 Korn erhalten. Bei den amphidiploiden Typen konnten je Pflanze im Mittel 22,5 produktive Ähren mit 290 Ährchen und 392 Körnern erhalten werden. Die mittlere Kornzahl je Ährchen betrug bei den Amphidiploiden 1,32, bei den Amphihaploiden 0,0029 Stück. Das 1000-Korngewicht betrug bei den amphidiploiden Pflanzen 62,95 g. Es hat sich somit gezeigt, daß die Fruchtbarkeit und die Samenproduktivität der reinen Pflanzenarten und der fertilen Pflanzenbastarde unter dem Einfluß der gewöhnlichen Anzuchtbedingungen stark verändert werden kann. Die genetisch bedingte Sterilität kann jedoch nur durch tiefergehende Eingriffe beseitigt werden, die eine Verdopplung der Chromosomenzahl zur Folge haben. Bisher hat die Colchizinbehandlung in dieser Hinsicht die besten Resultate gegeben. Haynberg

**Schiemann, E.,** Weizenstammbäume. Bot. Jahrbücher **71**, H. 1, 1—31 (1940).

Die Arbeit ist eine Polemik gegen einen Aufsatz von Franz Bertsch: „Herkunft und Entwicklung unserer Getreide", Mannus 1939, 31, 2. Bei der Bertschschen Hypothese einer Ableitung der hexaploiden Weizen allein aus den Genomen der diploiden und tetraploiden Reihe auf mitteleuropäischem Boden bleiben die umfangreichen und gesicherten zytologischen Befunde unberücksichtigt. Bertsch läßt eine Stellungnahme zur Aegilops-Hypothese und zu den pflanzengeographischen Gegebenheiten vermissen. Die Genzentrentheorie Vavilovs wird von Bertsch in einigen Fällen (spelta) berücksichtigt, in anderen (vulgare, compactum) dagegen, ohne sich mit ihr auseinanderzusetzen, übergangen. Die Schiemannsche Arbeit gibt darüber hinaus eine Zusammenfassung unseres Wissens über die Abstammung des Weizens nach dem neuesten Stande.

von Rosenstiel

**Schiemann, E.,** Die Genetische Abteilung des Botanischen Gartens in Dahlem. Notizblatt des Bot. Gartens und Mus. Berlin-Dahlem **15**, 145 bis 163 (1940).

Die Vf. hat am Botanischen Garten in Berlin-Dahlem eine genetische Abteilung eingerichtet, die im Freiland Beispiele für die wichtigsten Erblichkeitserscheinungen und die Abstammung der Kulturpflanzen zeigt. Von den Grundlagen der Genetik werden vorgeführt: Mendelismus, Gen- und Chromosomenmutation, Mutation und Modifikation, Artbastarde, Geschlechtsvererbung und plasmatische Vererbung. Die Abstammung von Kulturpflanzen erläutern folgende Gruppen: Abstammung des Kulturweizens, des Roggens, der Kartoffel, der Feldbohne, des Leins, ferner sekundäre Kulturpflanzen, die Getreide der Pfahlbauten, Population und Auslese. Für die einzelnen Gruppen werden in der vorliegenden Schrift sachliche und Literaturhinweise sowie Kulturanweisungen gegeben. Schmidt

**Schiemann, E.,** Antirrhinum majus, mut. filiforme, zugleich ein Beitrag zur Chimärenfrage. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre **79**, 50—82 (1940).

Das pleiotrope Gen filiforme von A. majus, das eine extreme Verschmälerung aller Organe bedingt, wird kryptomer vererbt, es wird nur in gram gram-Pflanzen sichtbar. Einige sich hieraus ergebende Spaltungsverhältnisse werden diskutiert. Die Mutation ist, wie aus der Stammbaumforschung hervorgeht, nicht in der gram-Sippe, sondern in einer breitblättrigen Sippe aufgetreten. Die Anatomie aller Pflanzenteile wird beschrieben. Blüten werden nur selten gebildet und sind sehr stark reduziert. Bestäubungen haben infolgedessen nur selten Erfolg, am besten ist der Ansatz im Pflanzen, die gleichzeitig $def^{gli}$ $def^{gli}$ sind. Die wenigen Nachkommenschaften spalteten in normalen Verhältniszahlen. Ein breitblättriger Rückschlagsast einer gram gram fil fil-Pflanze lieferte in der Nachkommenschaft nur fil-Pflanzen, woraus geschlossen werden kann, daß es sich um eine Mantelchimäre handelt, deren äußere Schicht Gram gram ist. Ein Zweig war auch subepidermal Gram gram. Der Habitus der Chimären richtet sich in diesem Fall also weitgehend nach der genetischen Konstitution der äußeren Schichten.
Hackbarth

**Schmeleff, I. Ch.,** Die Frostresistenz der wichtigsten Sortengruppen des Winterweizens unter den Bedingungen von Puschkin. Westn. Soz. Rasten **2**, 78—57 (1940) [Russisch].

Es wurden 500 Weizenproben des Weltsortiments auf Frostresistenz untersucht. Am frostresistentesten erwiesen sich die russischen Selektionssorten, eine Reihe örtlicher Sorten und einige Sorten aus den Vereinigten Staaten von N.-A., Kanada, Schweden, Finnland und den Italienischen Alpen. Unter günstigen Härtungsbedingungen ertrugen die resistenten Sorten Fröste von — 15 bis — 22°. Von den russischen Sorten zeichneten sich folgende aus: Lutescens 01769 und 0329, Ferrugineum 01239, Lutescens 0121, Erythrospermum B. G. 18, Ferrugineum, Lutescens Minhardi u. a.; von den amerikanischen: Lutescens Minhardi × Minhardi, Erythrosperum Minturki, Erythrosperum Minhardi u. a.; von den kanadischen: Lutescens Minhardi; von den schwedischen: Velutinum 0760 (örtlicher); von den finnischen: Velutinum Sampo; von den italienischen alpinen: Lutescens. Auch in der Gruppe der mittelfrostresistenten Sorten nahmen russische Weizen die erste Stelle ein, auch Sorten aus Schweden, Finnland, den baltischen Ländern und Amerika gehörten in diese Gruppe. Ungenügend frostresistent erwiesen sich die Weizensorten aus Gegenden mit milden Wintern, sie ertrugen Fröste von — 8 bis — 12°. Die hohe Frostresistenz der Winterweizensorten fällt nicht immer mit der Länge der Jarowisationsphase zusammen. Eine Reihe von Sorten der holländischen und schwedischen Weizen mit langer Jarowisationsphase ist gegen niedrige Temperaturen ungenügend widerstandsfähig. Haynberg

**Schmidt, W.,** Die Bedeutung der Keimschnelligkeit für den Aussaatwert des Samens. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen **72**, H. 1/2, 35—47 (1940).

Vf. gibt einen Überblick über die bisher üblichen Prüfungen über die Keimfähigkeit von Forstsaatgut, um sodann die Möglichkeiten feinerer Beurteilungsmaßstäbe nach dem derzeitigen Stand der Untersuchungen anzugeben. Vor allem kommt es nicht auf die Keimprozente allein an, sondern auf die Keimschnelligkeit, da diese die Aussaat im Freiland genauer wiedergibt, ebenso auf die Triebkraft, also das Vermögen des Keimlings, durch bestimmte dicke Schichten von Sand, Kies usw. durchzuwachsen. Bei den biologischen Saatgutfärbungsmethoden nach Hasegava ist bisher mit unbekannten Außenfaktoren gearbeitet worden, und gerade die genaue Kenntnis dieser ist entscheidend für die Durchlässigkeitsverhältnisse des Saatgutes. Die weitere Entwicklung der biologischen Methoden läßt eine sichere Erfassung der Keimschnelligkeit zu und auf diese kommt es nach Vf. wesentlich an. Die Verbesserung der Lagerungsbedingungen für Laubholzsamen ist eine notwendige Vorbedingung, nicht aber die einzige Maßnahme. Auch die Freilandbedingungen müssen weiter verfolgt werden. v. Wettstein

**Schmidt, Werner,** Knospen- und Triebschädigungen in Kiefernkulturen und ihr Einfluß auf die Wertholzerzeugung. Forstarchiv H. 6/7, 67—70 u. H. 8/9, 121—129 (1940).

Infolge einer Spätpflanzung von Kiefern 1937 zeigte sich Verkrüppelung und Verbuschung, die eine bleibende Schlechtformigkeit des Bestandes verursachte. In der Überwindung von solchen, besonders den Höhentrieb geschädigten Deformationen zeigen sich die ostpreußischen Herkünfte den märkischen und mainhessischen Provenienzen überlegen. Es konnte ein erblicher Ästigkeitsfaktor isoliert werden. Weiterhin wurden große Unterschiede bei Nachkommenschaften in der Bildung von Johannistrieben festgestellt. Die künstliche Entfernung von Höhentrieben wird als neues Ausleseverfahren beschrieben, da sich die Bildung des Ersatzhöhentriebes sehr unterschiedlich verhält. Endlich stellt Vf. die Zuchtziele, rasches Höhenwachstum in der Jugend, Ästigkeit und Schütteempfindlichkeit gegenüber. W. von Wettstein

**Schmidt, Werner,** Wiener Herbstkonferenz der Kommission für Forstsaatgut und Baumrassenfragen des Internationalen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten. Der Deutsche Forstwirt Nr. 99/100, 813—816 u. Nr. 103/104, 843—846 (1940).

Während der in Wien stattgefundenen Konferenz der Kommission für Baumrassenfragen zeigte sich deutlich, daß infolge des großen Interesses einzelner Länder die Grundlagen für züchterische Maßnahmen in der Forstwirtschaft erarbeitet werden. 1938 wurden in 15 Ländern Herkunftsvergleiche von Kiefern angelegt. Es wurden Richtlinien für die weitere Behandlung dieser Versuche aufgestellt. Neu aufgenommen wurden Anbauversuche mit Eiche, Fichte und Lärche. Die Aussprache gab Anlaß dazu, die neueren Ergebnisse auf dem Gebiete der Kiefernzüchtung zu behandeln. Auch dieser Bericht gibt im ganzen die neuesten Forschungsrichtungen wieder. W. von Wettstein

**Schmygun, W. N.,** Über die Methodik der Kreuzung bei der Sommerwicke. Sel. i Sem. **5**, 22—24 (1940) [Russisch].

In der Arbeit wird die Frage über das Entwicklungsstadium der Blüten, das für die Kastrierung am günstigsten ist, und die Frage über die Dauer der Empfangsbereitschaft der Narbe bei der Sommerwicke untersucht. Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, daß die Kastrierung der Blüten während der Tagesstunden erfolgreich vorgenommen werden kann, dabei war dafür die Zeit zwischen 4 und 5 Uhr nachmittags am günstigsten, Es ist zweckmäßig, die Bestäubung der Blüten in den Morgenstunden durchzuführen, da die große Menge an frischem Pollen und das Vorhandensein von Feuchtigkeit auf der Narbe einen

hohen Befruchtungsprozentsatz (60—65%) sicherstellt. Am geeignetsten erwiesen sich für die Kastrierung diejenigen Blüten, bei welchen die Kelchblätter um 1—2 mm die Krone überragten. Blütebeginn und Massenblüte sind nicht nur deswegen für die Bastardierung günstig, weil die ersten Blüten der Pflanzen besser mit Nährstoffen versorgt werden, sondern auch deswegen, weil die Staubbeutel zum Schluß der Blüte platzen. Die Dauer der Empfangsbereitschaft der Narbe fällt kraß, wenn seit der Kastrierung mehr als 24 Stunden verstrichen sind. Ein großer Befruchtungsprozentsatz (65%) konnte bei der Bestäubung erzielt werden, die 12 Stunden nach der Kastrierung durchgeführt wurde.

Haynberg

**Schreiber, F.,** Die Genetik der Teilfärbung der Bohnensamen (Phaseolus vulgaris). Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre **78**, 59 bis 114 (1940).

In einer umfangreichen Arbeit berichtet der Vf. über eine weitgehende Klärung der Probleme, die die Genetik der Teilfarbigkeit des Bohnenkorns betreffen. Die Ergebnisse wurden an 65 eigenen und 6 von anderen Autoren vorgenommenen Kreuzungsanalysen gewonnen. Das Vorkommen gleicher Phänotypen bei verschiedenem Genotypus sowie modifikative Schwankungen erschwerten die Versuche. Die Vererbung der Teilfärbung der Bohnentesta beruht vor allem auf dem Zusammenwirken der vier Allelenpaare P-p, T-t, Z-z, L-l, wobei P ein Grundfaktor für Färbung überhaupt ist. Dominanz von P und Rezessivität des Totalfarbgens T sind Bedingung für die phänotypische Manifestierung von Z und L, die die Ausdehnung der gefärbten Fläche der Testa kontrollieren. Z („Zonalfaktor") wirkt auf Ausbreitung der farbigen Zone des Samens hin, L („Teilfarblöschfaktor") in entgegengesetztem Sinne, ist also ein Hemmungsgen. Der Vf. nimmt an, daß T in Verbindung mit dem Farbgen P die Wirksamkeit eines Enzyms lenkt, das bei Gegenwart der sekundären Farbgene auf der ganzen Fläche des Samens die Ausbildung von Farbstoff hervorruft. Bei Rezessivität von P lenkt Z die Enzymwirkung, die sich in diesem Falle nur auf einen Teil der Samenfläche erstreckt. L ruft die Bildung eines Antifermentes hervor, das die Ausbildung von Farbstoff verhindert. Das Zusammenwirken und die unvollkommene Dominanz der Gene Z und L bewirkt, daß die Aufspaltung außerordentlich bunt ist. Mit seinen schönen Untersuchungen hat der Vf. ein altes Problem der Faktorenanalyse bei Phaseolus vulgaris gelöst. Es sei noch auf die instruktiven Spaltungsschemata hingewiesen, auf denen die Phänotypen der P-, $F_1$- und $F_2$-, bzw. $R_1$- und $R_2$-Generationen mit Hilfe von Photographien der Bohnensamen dargestellt sind. Am Schlusse der Arbeit wird eine Übersicht über die genotypische Konstitution der 53 untersuchten Bohnensorten gegeben.

Schmidt

**Schwanitz, F.,** Beiträge zur Züchtung und Genetik selbstfertiler Rüben. (Beta vulgaris L.) I. Erste Ergebnisse von Kreuzungen zwischen Beta vulgaris L. und selbstfertiler Beta maritima L. Züchter **12**, 167—178 (1940).

Die Auslese selbstfertiler Rüben ist besonders wichtig für Zwecke der Immunitätsprüfung und der Heterosiszüchtung. Mehrere Jahre hindurch wurden einige tausend Pflanzen und deren Nachkommenschaften von den bekanntesten Rübensorten und von Wildformen untersucht. Einige technische Vorrichtungen, wie das Abbrausen der Pflanzen usw. erlaubten eine einwandfreie Beurteilung des Selbstungseinsatzes. Die einzelnen Sorten unterschieden sich sehr in ihrem Gehalt an mehr oder weniger selbstfertilen Pflanzen, besonders viele traten in der Sorte „Criewener Gelbe" auf. Aber auch die Umweltverhältnisse spielen eine Rolle, wie aus den Ergebnissen verschiedener Jahre geschlossen werden kann. Im Jahre 1937 wurde eine unter den verschiedensten Außenbedingungen völlig selbstfertile Pflanze von Beta maritima gefunden, deren Nachkommenschaft auch fertil blieb. Dieser Stamm wurde zu Kreuzungen mit Kulturrüben benutzt. Außerdem wurden selbstfertile Pflanzen gefunden im Wildmaterial der Hindukuschexpedition und in der

Sorte „Mammuth". Die Vererbung der Selbstfertilität der maritima-Pflanze geht wahrscheinlich nach dem dihybriden Schema vor sich. Die $F_1$ war bis auf belanglose Farbeigenschaften völlig Beta maritima gleich, vor allem fehlte jegliche Rübenbildung. In der $F_2$ traten aber schon selbstfertile Pflanzen mit zum Teil schon recht ansehnlichen Rüben auf. Durch wiederholte Rückkreuzung soll die Rübengröße noch verbessert werden, was durch den einfachen Erbgang der Selbstfertilität erleichtert wird. Die Vererbung der Schalenfarbe scheint ebenfalls dihybryd, die Eigenschaft von B. maritima, im ersten Jahr zu schossen, monohybrid bedingt zu sein. Hackbarth

**Schwarze, P.,** Die Verwendung der refraktometrischen Fettbestimmung zu Serienuntersuchungen an Zuchtmaterial. (Fettbestimmung in Zuchtmaterial, I. Mitteilung.) Züchter **12**, 164—167 (1940).

Die refraktometrische Fettbestimmung als Schnellverfahren für umfangreiches Zuchtmaterial stößt bei der von Leithe ausgearbeiteten Form noch auf Schwierigkeiten. Um die Methode leistungsfähiger zu machen, wurde folgendes geändert bzw. neu ausgearbeitet. Die bisher 2 bzw. 4 Minuten dauernde manuelle Verreibung des Materials mit Sand, wurde durch eine mechanische Reibevorrichtung ersetzt. Die Drehzahl dieser an einen Alexanderwerkuniversalmotor MW 82 D angeschlossene Vorrichtung ist regulierbar. Der Mörser rotiert in festem Lager, das Pistell wird nicht mechanisch bewegt. Die Ergebnisse der Ölbestimmung nach der Verreibung des Prüfmaterials mit der Hand und der mit der Maschine stimmten gut überein. Der chemische Aufschluß der Proben (3 g Schrot) geschieht nunmehr in Steilbrustflaschen mit 15 ccm 18prozent. KOH, die 1 Std. im Autoklaven auf 180° bei 10 Atm. erhitzt werden. Nach dem Abkühlen wird mit je 6 ccm 50prozent. Schwefelsäure angesäuert, wiederum abgekühlt und zu dem jetzt freie Fettsäuren enthaltenden Reaktionsgemisch 7,5 ccm Benzin (zur Fettbestimmung nach Leithe) gegeben. Nach $^1/_2$stündiger Schüttelung wird zentrifugiert und die klaren Benzinlösungen werden in Refraktometergläschen abgegossen und mit dem Eintauchrefraktometer gemessen. Für die Fettsäurebenzinlösungen, deren Brechungsvermögen nicht mit dem der Fettbenzinlösungen übereinstimmt, mußten besondere Eichkurven geschaffen werden. Für Sojauntersuchungen ist eine solche in der Abbildung wiedergegeben, für die anderen Ölpflanzen werden sie im II. Teil der Arbeit in Aussicht gestellt. Außer Schrot können Körnerproben verarbeitet werden, denen für die Zerkleinerung während der Schüttelung 2—3 kleine Steine oder Kugeln aus säurefestem Material zugegeben werden. Die Übereinstimmung der Ergebnisse mit denen nach Leithe ist gut. Troll

**Sengbusch, R. v.,** Polyploider Roggen. Züchter **12**, 185 (1940).

Bei der F. v. Lochow-Petkus G. m. b. H. in Petkus wird seit 1937 an dem Problem gearbeitet, tetraploiden Roggen in möglichst großem Umfange zu erzeugen. Vf. versuchte zunächst, dieses Ziel durch Auslese von Polyploiden unter Zwillingen zu erreichen, gelangte jedoch zu keinem Ergebnis. Auch die Hitzeschockmethode bewährte sich nicht, da nur eine einzige tetraploide Pflanze erzeugt werden konnte. Erst die im Frühjahr 1937 angewandte Colchicinbehandlung führte zum Erfolg. Sie gelangte in zweifacher Form zur Anwendung, und zwar 1. als Kontaktbehandlung an jungen Pflanzen und 2. als Samenbehandlung. Die erzielten Ergebnisse zeigen, daß vornehmlich durch die Behandlung der keimenden Samen in Colchicinlösung ein Mittel an die Hand gegeben ist, um beim Roggen im beliebigen Umfange tetraploide Formen zu erhalten. Als nachteilig wirkt sich zunächst die geringe Fertilität aus, doch nimmt Vf. aus den Erfahrungen mit anderen induzierten tetraploiden Pflanzen an, daß auch beim Roggen die Fertilitätsstörungen im Laufe der Jahre schwinden und die tetraploiden Formen nach einigen Generationen mehr oder weniger vollfertil sein werden. Aust

**Sengbusch, R. v.,** Die Züchtung von Süßlupinen mit nichtplatzenden Hülsen. Züchter **12**, 149—152 (1940).

Die Arbeit gibt zunächst einen Rückblick über die Entwicklung der Züchtung der gelben Süßlupine mit nichtplatzenden Hülsen. 1936 berichteten Zimmermann und v. Sengbusch über die Auffindung der ersten gelben Lupinen, deren Hülsen nicht platzen. 1938 erschien von v. Sengbusch in Heft 8 des Züchters eine vorläufige Mitteilung über die Vererbungsweise der Eigenschaft „Nichtplatzen" des Müncheberger Stammes 3535 A. Es wurde eine normale 3 : 1 Spaltung für diese Eigenschaft angenommen, ohne jedoch Spaltungszahlen anzugeben. Bald darauf erschien 1938 im Heft 9/11 des Züchters von Hackbarth eine Arbeit: „Über die Züchtung platzfester gelber Süßlupinen und die Vererbung der Platzfestigkeit". Auf die Zahlen dieser Arbeit, in der u. a. eine geringe Koppelung zwischen alkaloidhaltig und platzend für wahrscheinlich gehalten wird, wird durch v. Sengbusch jetzt zurückgegriffen. Ferner wird die Vererbung der Eigenschaft „Nichtplatzen" (inv) der Hülsen des Stammes 3535 A in der Kombination mit der Alkaloidfreiheit der Stämme 8 (dul) und 80 (am) von L. luteus untersucht. In der $F_2$ wurde gefunden:

579 Dul, Inv; 179 Dul inv; 161 dul Inv; 67 dul inv; n = 986, p = 0,540; m = ± 0,0153: D/m = 2,61

bzw. 671 Am Inv: 222 Am inv; 242 am Inv; 51 am inv; n = 1186, p = 0,435; m = ± 0,0157; D/m = 4,1.

Auf die züchterische Bedeutung der Herstellung mehrfach rezessiver alkaloidfreier Stämme wird an Hand der Unterschiede zwischen den vorhandenen Stämmen hingewiesen. Troll

**Simon, J.,** Die Ertragsfähigkeit der neuen Kartoffeln in den Jahren 1936 bis 1939. II. Späte Sorten. Mitt. d. Tsch. Akad. d. Landw. **15**, 232—243 (1940) [Tschechisch].

Im Protektorat haben sich von den Speisesorten besonders die Sorten Industrie und ihre Abkömmlinge, ferner die Sorten Preußen und Věra bewährt. Gute Ergebnisse erbrachten auch Goldgelbe, Goldwährung und Edda. Unter den Wirtschaftssorten zu Speise- und Futterzwecken war führend die krebsanfällige Kerkauer Hassia, der dann die Sorten Ackersegen, Lada, Astra, Integra, Direktor Figna, Altgold, Voran, Konsuragis und Ostbote folgten. In der Gruppe der bewährten Industriesorten werden neben den Abkömmlingen der Wohltmann, besonders Parnassia, Robinia und Sickingen hervorgehoben. Heinisch

**Simon, J.,** Die Ertragsfähigkeit der neuen Kartoffeln in den Jahren 1936 bis 1939. I. Frühe und mittelfrühe Sorten. Mitt. d. Tsch. Akad. d. Landw. **15**, 199—206 (1940) [Tschechisch].

Insgesamt wurden 76 Sorten in 17 Versuchen an verschiedenen Orten geprüft. Von den sehr frühen Sorten bewährten sich neben Erstling am besten Kitting und Frühbote. Limosa war kleinknollig, Aal virusanfällig. In der Gruppe der halbfrühen Sorten waren die holländischen Sorten Ideal und Bintje, ferner die Kerkauer Ideal, führend. Die krebsfeste Alberta ersetzt diese Sorten nicht vollkommen. Von den frühen Nieren werden besonders die Kerkauer Nieren, die Kerkauer Perle und die Deutschbroder Nieren hervorgehoben. Von den im Protektorat sehr gesuchten Kipflern (Hörnchen) erbrachten die Wischenauer und die Waletschower Kipfler gute Ergebnisse. In der Gruppe der halbfrühen und mittelfrühen runden Sorten bewährte sich gut die krebsfeste neue Sorte Kerkauer Kardinal. Heinisch

**Simon, J.,** Die Vitalität von Pflanzkartoffeln aus verschiedenen Gebieten Mährens nach der Methode Bechhold und Erbe. Mitt. d. Tsch. Akad. d. Landw. **15**, 2—9 (1940) [Tschechisch].

Die Mehrzahl der geprüften Sorten zeigte deutliche Reaktion, doch war sie bei einzelnen Sorten (Erstling, Wischenauer Kipfler, Alpha, Magnum bonum, Wohltmann u. a.) weniger deutlich, was auf geringeren Tyrosingehalt dieser Sorten

zurückgeführt wird. Im großen Durchschnitt stimmte das Ergebnis mit den bisherigen langjährigen Erfahrungen über die Provenienzzwecke gut überein. Die Kartoffeln aus dem als vorzügliches Pflanzgutgebiet bekannten Böhmisch-Mährischen Höhenzug, zeigten hohe Indexziffern (Durchschnitt 29,9). Die Indexziffern aus den Niederungslagen waren häufig niedrig (Durchschnitt 12,7). Heinisch

**Simon, S.,** Die Ertragsfähigkeit des Kartoffelpflanzgutes verschiedener mährischer Provenienzen. Mitt. d. Tsch. Akad. d. Landw. **15**, 146—152 (1940) [Tschechisch].

Geprüft wurden mehrere Sorten verschiedener Anbaustufen aus klimatisch abweichenden Gebieten. Die Ergebnisse liefern eine gute Übersicht der Eignung dieser Gebiete für die Produktion von Pflanzkartoffeln. Sehr gut geeignet ist der Böhmisch-Mährische Höhenzug, wo sich Viruskrankheiten nur bei anfälligen Sorten und erst beim zweiten Nachbau zeigten. Im allgemeinen waren die Erträge von Hochzucht, I. und II. anerkannten Nachbau praktisch dieselben. Starkes Auftreten von Viruskrankheiten wurde in Südmähren festgestellt. Heinisch

**Singleton, W. R.,** und **P. C. Mangelsdorf,** Gamethic Lethals on the fourth Chromosome of Maize. (Gametische Letalfaktoren im 4. Chromosom beim Mais.) Genetics **25**, 366 (1940).

Es wird über die beiden im Chromosom 4 beim Mais auftretenden gametischen Letalfaktoren sp und lo berichtet. Das Gen sp (small pollen) bewirkt Pollenkörner, die in ihrer Größe reduziert sind. In Pflanzen, die für sp heterozygot sind, werden zwei Größen von Pollenkörnern in nahezu gleicher Anzahl gebildet. Bei Vorhandensein von normalem Pollen üben die sp-Pollenkörner ihre Funktion nicht aus; ist jedoch eine Konkurrenz mit normalem Pollen ausgeschlossen, dann sind sie fähig, die Befruchtung zu vollziehen. Pflanzen, die heterozygot für sp sind, sind im allgemeinen schwächer als ihre normalen Geschwister und blühen später. Heterozygote Samen sind etwas kleiner und häufig keimlos. Übertragen wird das sp-Gen durch einen Teil der weiblichen Gameten. In der homozygoten Form ist sp Samen- oder Sämlingsletal, denn es konnten niemals reife homozygote Pflanzen erhalten werden. Gekoppelt ist es mit dem su-Locus mit einem Crossing-over von annähernd 5 %. — Das Gen lo ist ein gametisch letales Gen für den weiblichen Gametophyten; fast alle Eizellen mit lo sind letal und nur höchstens 2 % von ihnen befruchtungsfähig. Auf die männlichen Gametophyten, die es enthalten, übt es jedoch eine hormonähnlich anregende Wirkung aus. Das Gen lo ist ebenfalls mit dem su-Locus gekoppelt, Crossing-over beträgt nahezu 2%. Jedoch ist es kein Allel zu sp. Verschiedene Koppelungsuntersuchungen mit anderen Genen auf Chromosom 4 zeigen, daß die Lage der Gene wahrscheinlich Ts5 la sp su lo de16 Tu g13 ist. Aust

**Sisoff, I. A.,** Erhalten von produktiven Flachsformen durch Bastardierung. Westn. Soz. Rasten **2**, 51—57 (1940) [Russisch].

Dank des großen Verbreitungsareals verfügt der Kulturflachs über eine große Formenmannigfaltigkeit. Diese Mannigfaltigkeit ist auf den Einfluß der verschiedenen Wachstums- und Entwicklungsbedingungen zurückzuführen und erstreckt sich auf viele quantitative und qualitative Merkmale. So wird in der Höhe der Pflanzen eine Schwankung bei den verschiedenen Formen zwischen 24 und 100 cm, im 1000 Samengewicht eine solche zwischen 2, 3 und 12 g und im Ölgehalt eine Schwankung zwischen 34 und 46 % beobachtet. Große Unterschiede werden auch in bezug auf die Reifezeit zwischen den einzelnen Formen festgestellt. Um Flachsformen von hoher Produktivität zu erhalten, wurden Kreuzungen zwischen Flachsformen aus Aserbaidschan und Klein-Asien, die über eine starke Verzweigung der Stengel an der Wurzel verfügen, und Formen aus dem Mittelmeergebiet und Argentinien vorgenommen, die über große Samen und einen hohen Ölgehalt verfügen. Gegenwärtig sind Bastarde der 3. und 4. Generation dieser Kreuzungen

vorhanden. Diese Bastarde übertreffen die Eltern in vielen wichtigen Merkmalen: sie haben eine größere Stengelzahl, einen höheren Wuchs und zeichnen sich zuweilen durch größere Samen aus. Somit hat es sich gezeigt, daß die Mitschurinsche Theorie über die Bedeutung der Kreuzung zwischen geographischen entfernten Rassen für die Selektion auch in bezug auf den Flachs ihren Wert behält.

Haynberg

**Sokoloff, N. N., und N. P. Dubinin,** Chromosomale Mutationen in Populationen als Evolutionsgrundlage des Karyotyps. Dokl. Akad. Nauk. SSSR. **29**, 405—408 (1940).

Bei den zytologischen Untersuchungen von D. melanogaster-Populationen konnten 19 verschiedene Inversionen beobachtet werden. Im Chromosom II wurden 7, im Chromosom III 12 Inversionen gefunden. Für 5 Inversionen konnte eine sehr starke Verbreitung über das in Rußland untersuchte Areal festgestellt werden. Beim Vergleich dieser Inversionen mit den einzelnen Funden derselben in Europa und Amerika hatte es sich gezeigt, daß dieselben eine Weltverbreitung über das ganze Areal dieser kosmopolitischen Art haben. Die übrigen 14 Inversionen sind endemisch. Auch D. funebris- und D. obscura-Populationen wurden untersucht. Desgleichen konnte auch für diese eine sehr starke Verbreitung von Inversionen über das Areal der Arten beobachtet werden. Bei D. melanogaster wurden 59 235 Chromosomen untersucht, unter welchen kein einziger Fall einer Entstehung von Translokationen, Umgruppierungen oder Inversionen konstatiert werden konnte. Offenbar ist eine unermeßliche Anzahl von chromosomalen Mutationen im Verlauf der Geschichte der Art entstanden. Auf der gegenwärtigen Etappe der Geschichte der Populationen ist nur ein kleiner Teil der chromosomalen Mutationen vorhanden (in der intraspezifischen chromosomalen Variabilität). Das vergleichende Studium einer Reihe von Drosophila-Arten hat gezeigt, daß sich die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten der intraspezifischen chromosomalen Variabilität in den verschiedenen Art-Systemen auf ungleiche Weise ausprägen. Die ökolog-biologischen Eigentümlichkeiten des Lebens der verschiedenen Arten bedingen bestimmte Wechselbeziehungen zwischen Isolationen, Crossbreeding und Migrationen, in denen der Mutationsprozeß, die natürliche Auslese und die genetisch-anatomischen Prozesse verschiedene Bilder der intraspezifischen chromosomalen Variabilität hervorrufen. Die Unterschiede in den Eigentümlichkeiten der Artsysteme innerhalb der Gattung Drosophila sind für die Evolutionsprozesse des Karyotyps von erstklassiger Bedeutung. Die faktischen Daten bezüglich der chromosomalen Variabilität in der Population erlauben es, eine Reihe neuer Fragen in bezug auf die Bedeutung der natürlichen Auslese für die Evolution zu beurteilen, Erstens wird durch die Wirkung der Auslese ein Bollwerk gegen die Verbreitung der überwiegenden Anzahl der Mutationen geschaffen, zweitens ist die Wirkung der Auslese in manchen Fällen mit einer Störung der gerichteten Reduktion zweier teilweise übereinstimmenden Aberrationen verbunden. Die Entdeckung der gerichteten Wirkung der Auslese auf den Evolutionsprozeß der chromosomalen Strukturen in den Populationen zeigt ein ganz neues Gebiet, auf welches die Darwinsche Theorie der naürlichen Auslese angewandt werden kann. Haynberg

**Stapp, C., und R. Bereks,** Zur Frage des serologischen Nachweises von Kartoffelviren. Arb. d. Biol. Reichsanstalt **23**, 21—30 (1940).

Vorliegende Arbeit verfolgt den Zweck, die Möglichkeit des serologischen Virusnachweises für die Kartoffelknolle näher zu prüfen. Als Antigene wurden zur Impfung der Versuchstiere (Kaninchen) rohe Preßsäfte von viruskrankem Tabak und Kartoffelpflanzen, X-Virus-Präparate aus Tabak, rohe Preßsäfte von Kartoffelknollen und eine grobe Reinigung des X-Virus aus der Knolle verwendet. Es wurden die Präzipitinringmethode, die Agglutination und in einzelnen Fällen die Präzipitinfällungsmethode angewendet. Auf Tabak gezogene Stämme des Kartoffel-X-Virus wurden serologisch nachgewiesen, die beiden dabei geprüften X-Virus-Gruppen ließen sich differenzieren. Die Agglutination von Preßsäfte X-

Virus kranker Tabakpflanzen konnte mit Hilfe von Chloroplastensubstanz oder von Blutkörperchen bei Gegenwart von Antiserum erreicht werden. Das X-Virus ließ sich in den Kartoffelknollen serologisch nachweisen. Die Feststellung des Kartoffel-Y-Virus in Tabakpflanzen fiel positiv aus, nicht aber die des A-Virus. Die Versuche, mit Hilfe von blattrollkranken Kartoffelblättern ein aktives Serum zu gewinnen, waren ohne Erfolg. Stelzner

**Stebbins jr., G. L.,** The Significance of Polyploidie in Plant Evolution. (Die Bedeutung der Polyploidie in der pflanzlichen Evolution.) Amer. Naturalist 74, 54—66 (1940).

Das obige Thema wurde in einem im Dezember 1938 gehaltenen Vortrag behandelt. Vf. gibt zunächst die Charakteristika künstlich erzeugter polyploider Pflanzen und setzt sich dann mit der Definition der Begriffe „autopolyploid" und „allopolyploid" auseinander, wobei er als autopolyploid solche Pflanzen bezeichnet wissen will, deren entsprechende diploide Form eine fertile Spezies darstellt, während er allopolyploid solche Pflanzen nennt, die die verdoppelten Genome eines mehr oder minder sterilen Bastardes enthalten. Es wird bezweifelt, daß die Autopoloyploidie bei der Artentwicklung eine wesentliche Rolle gespielt hat, während der Allopolyploidie, besonders durch die hier ermöglichte Kombination von Genen aus mehreren Genomen und Bildung von polyploiden Kemplexen, eine größere Bedeutung zugemessen wird. Anschließend wird die Frage der Verbreitung polyploider Pflanzen behandelt und besonders die Erscheinung herausgestellt, daß Polyploide meist in solchen Gebieten sehr häufig sind, die erst in jüngerer Zeit von Pflanzen besiedelt wurden und größeren klimatischen Schwankungen bzw. Änderungen anderer Faktoren ausgesetzt sind, während die diploiden Pflanzen mehr die älteren Gebiete mit stabileren Bedingungen innehaben. Auf die Ausblicke, die sich hieraus für die Polyploidie-Forschung vom pflanzengeographischen Gesichtspunkt ergeben, wird hingewiesen. Bezüglich der Bedeutung der Bildung polyploider Komplexe in der pflanzlichen Evolutionsgeschichte entwickelt Vf. die Ansicht, daß durch die Vervielfachung der Genome keine grundsätzlich neuen Formen entstanden sind, sondern nur Abwandlungen eines Grundtyps durch Neukombinationen innerhalb eines bestimmten Genbestandes, wie es etwa bei den Hunderten von Arten der Gattung Rubus. Rosa, Potentilla, Senecio, Poa der Fall ist. Mit zunehmendem Alter eines polyploiden Komplexes sterben zunächst infolge des Überwiegens polyploider Formen die diploiden aus und so kommt es schließlich zur Bildung mono- oder ditypischer Gattungen mit hohen Chromosomenzahlen; für Reste derartiger polyploider Komplexe hält Vf. die Vertreter der Gattungen Psilotum, Tmesipteris, Sequoia u. a. m. Danach hätte die Polyploidie im Pflanzenreich wohl zur Bildung breiter Formenkreise geführt, jedoch im Hinblick auf die Gesamtevolution mehr für die Erhaltung alter Gattungen und Familien eine Rolle gespielt als für die Entstehung neuer systematischer Einheiten. Ernst

**Sugiura, T.,** Chromosome Studies on Papaveraceae with Special Reference to the Phylogeny. (Chromosomenstudien an Papaveraceen unter besonderer Berücksichtigung der Phylogenie.) Cytologia **10**, 558—576 (1940).

Auf Grund zytologischer Studien an 35 Papaveraceen-Arten kommt Vf. bezüglich der Phylogenie dieser Familie zu folgenden Ergebnissen. Die bisher zu den Papaveraceen gestellte Gattung Pteridophyllum ist als neue Familie abzutrennen. Innerhalb der Familie der Papaveraceen existieren 2 Gruppen, von denen die der Corydalo-Hypecoideae die Chromosomengrundzahl 4, die der Chelidonioideae die Grundzahl 3 besitzt. Diese Grundzahlen vereinigen sich durch Amphidiploidie bei den Papaveroideae und führen hier zu den Grundzahlen 7 (3 + 4) und 11 (4 + 4 + 3). In der Gattung Roemeria kommen Chromosomenzahlen vor, die sich zum Teil auf die Grundzahl 3, zum Teil auf die Grundzahlen 3 und 4 zurückführen lassen: die Gattung ist danach heterogen. Die bisher zu den Papavereae gerechnete Gattung Glaucium ist, da sie die Grundzahl 3 aufweist, zu den Chelidoneae zu

stellen. Die Gattungen Hunnemannia, Bacconia, Macleaya, Fumaria (Fumarioideae) und die Papaveroidae müssen auf Grund ihrer Chromosomenzahlen auf sehr früh in der Phylogenie entstandene und anschließend amphidiploid bzw. amphitriploid gewordene Bastarde zwischen den Corydaloideae und den Chelidonioideae zurückgeführt werden. Die Fumarioideae scheinen durch eine Verbindung zwischen Corydalis und Glaucium entstanden zu sein, worauf auch das Vorkommen von Fumarsäure bei Glaucium schließen läßt. Die höchstentwickelten Gattungen in der Familie sind Argemone, die in Amerika die größte Verbreitung besitzt, und Papaver, die mit 90 Arten Europa und Kleinasien besiedelt. Ein Schema erläutert die auf Grund der kariologischen Studien gewonnenen Vorstellungen über die Phylogenie der Familie. Ernst

**Swanson, C. R.,** The distribution of inversions in Tradescantia. (Die Verteilung von Inversionen bei *Tradescantia*.) Genetics **25**, 438—465 (1940).

Zwischen zwei natürlichen Herkünften von *Tradescantia*-Bastarden (*Trad. canaliculata* × *Trad. humilis*) wurden reziproke Kreuzungen hergestellt. Die zytologische Analyse ergab, daß die Meiosis der Elterpflanzen nur wenige Unregelmäßigkeiten zeigte, dagegen deren Nachkommenschaften hinsichtlich der auftretenden Chiasmen, Inversionsbrücken, Univalenten und der Pollensterilität beträchtliche Unterschiede aufwiesen. Die evolutionistische Bedeutung der Inversionen wird diskutiert. Die starke Verbreitung der Inversionen bei *Tradescantia* hat für die Artbildung dieser Gattung eine wesentliche Rolle gespielt. Durch Temperaturerhöhung während der Aufzucht konnte die Chiasmenbildung und die Zahl der Inversionsbrücken experimentell erhöht werden. Brücher

**Sylvén, N.,** Arsberättelse över Föreningens för växtförädling av skogsträd verksamhet under 1939. (Jahresbericht der Gesellschaft zur Förderung der Forstpflanzenzüchtung 1939.) Meddelanden fran Föreningen för växtförädling av skogsträd **1**, 1—21 (1940) [Schwedisch].

Der Bericht der Gesellschaft gibt einen umfassenden Einblick in die Arbeiten der schwedischen Forstpflanzenzüchtung.

Nach einem Kieferninventar in 5 Waldschutzgebieten des Landes wurde folgende Klassifizierung des Kiefernsamens durchgeführt:

Kiefer.

1. Samen von schmalkronigen Kiefern, die durch Isolierung und künstliche Befruchtung zu erhalten sind.
2. Samen von stehenden Bäumen aus reinen, schmalkronigen Beständen.
3. Samen von schmalkronigen Bäumen von nicht reinen Beständen.
4. Nach klimatischen Zonen sortiertes Samenmaterial.

Die Individualauslese nach den oben angeführten Punkten ist bereits weitgehend durchgeführt. Ähnliche Einteilung wurde auch für Fichtensamen getroffen.

Aspe.

Durch Rundschreiben und Zeitung wurde ein Überblick über die Aspenbestände des Reiches erreicht und die Beschaffung von Zweigmaterial für künstliche Kreuzungen danach aufgebaut. 9 triploide gigas-Formen sind so festgestellt worden.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Vererbungsforschung in Lund und der Schwedisshen Gesellschaft für Saatzüchtung wurde das neue Forstzüchtungsinstitut in Ekebo voll in Betrieb genommen, das mit den modernsten Einrichtungen versehen ist.

In Zusammenarbeit mit der Pflanzschule in Ramlösa und anderen wurden Vermehrungen durch Pfropfung von wertvollen, aus den Bestrahlungsgewächshäusern gewonnenen Sämlingen von Laubhölzern versucht. Daneben wurden Versuche durchgeführt, um früheste Blütenbildung bei Erle, Esche, Eiche, Fichte, Blaufichte zu erreichen. In großem Umfange sind Züchtungen mit Populus tremula

und anderen Pappelarten im Gange, von denen die tetraploiden Aspen als erstes Ergebnis, in größerem Ausmaße vermehrt werden. Die Chromosomenforschung und Erzeugung von polyploiden Rassen wurde auch bei anderen Baumarten versucht.

Einen größeren Raum nehmen die Berichte über die Zusammenarbeiten mit den bereits eingerichteten Filialstationen ein. Hier wird für alle in Schweden vorkommenden Laubhölzer die Heterosiswirkung durch Kreuzung studiert und die Rassenfrage behandelt, so auch der Photoperiodismus und die Vegetationsdauer. Von Aspen wurden 114 Mutterbäume für Kreuzungsszwecke ausgewählt und an 10 verschiedenen Orten in Vergleich gesetzt.

Colchicin zur Chromosomenvermehrung wird weitgehend genutzt und in Südschweden auf Eiche, Buche und Ulme ausgedehnt. Zum Schluß wird noch das Arbeitsprogramm in chemiscben Laboratorien und Kältelaboratorien aufgeführt.

Filialstationen sind 1939 in Darlana, Östergötland, Värmland und Agermanland errichtet worden. Eine Sammelreise nach Nordamerika brachte viel neues Material mit. 33 Abbildungen ergänzen den Bericht. v. Wettstein

**Tarakanoff, K. N.,** Veränderung von Bromus Danthoniae Trin. unter verschiedenen Anzuchtbedingungen. Dokl. Akad. Nauk. SSSR **29**, 504—507 (1940) [Russisch].

Zwecks Studiums des Formbildungsprozesses bei Pflanzen wurde die formbildende Bedeutung der Außenbedingungen bei Bromus Danthoniae untersucht. Es ist anzunehmen, daß diese Art, die in Kasakstan und Usbekistan stark verbreitet ist, mit der Art Bromus macrostachys Dest., deren Verbreitungsareal dasselbe ist, nah verwandt ist. Die Unterschiede zwischen den genannten Arten sind morphologischer, entwicklungsbiologischer und ökologischer Natur. Die Aufgabe der Untersuchungen bestand darin, Veränderungen ersterer in die Richtung von Br. macrostachys durch äußere Ursachen zu erhalten. Die Arbeitsmethodik war folgende. Die erste Pflanzengruppe wurde bei 10° gekeimt, die 2. bei 20°, die 3. 30 Tage bei 4—6° jarowisiert, die 4. wurde 45 Tage auch bei 4—6° jarowisiert. Die ersten beiden Gruppen wurden nach dem Keimen in 3 Varianten ausgepflanzt. Die 1. Variante wurde beginnend mit der Bestockung nicht mehr bewässert. Die 2. Variante wurde zweimal am Tage bewässert. Die 3. Variante wurde systematisch bewässert und auf 6—7 Stunden in der Nacht mit Eis bedeckt. Die 3. und 4. Gruppe wurde ausschließlich in der 2. Variante aufgezogen. Von 11 Pflanzen der 1. Gruppe hatten 3 in der 2. und 3. Variante auf den unteren Blütenspelzen 3 Grannen (normal), während die Rispen, die sich später bildeten. Blüten mit nur einer Granne trugen (wie bei Br. macrostachys). Die Bedeutung des Faktors bezüglich der gesenkten Temperaturen zeigte sich besonders deutlich bei den jarowisierten Samen der 3. und 4. Gruppe in der 2. Variante. Diese Bedingungen schufen Voraussetzungen, die zu einem schnellen Abschluß des ganzen Entwicklungszyklus führten, ungeachtet der gesteigerten Feuchtigkeitsbedingungen. Die gesenkten Temperaturen im Verlauf von 30 und 45 Tagen bei Jarowisation riefen ebenfalls eine Veränderung der morphologischen Merkmale (Grannen) hervor. Alle diese Daten bezeugen, daß Bromus Danthoniae unter dem Einfluß von Außenbedingungen auch seine Artmerkmale verändern kann: ephemerer Entwicklungstyp, Grannenzahl auf den unteren Blütenspelzen. Haynberg

**Tetereff, F. K.,** Die Süß- und Sauerkirschensorten von Mitschurin im Gebiet von Leningrad. Westn. Soz. Rasten **3**, 17—21 (1940) [Russisch].

In der Arbeit wird eine Charakteristik einiger Kirschsorten von Mitschurin gegeben, die an der Versuchsstation Krasny Pachar bei Leningrad untersucht wurden. Die beschriebenen Kirschsorten sind: „Ideal", „Plodorodnaja", „Krasa Sewera" und „Koslowskaja". Die Sorte „Ideal" ist ein 1,5 m hoher Strauch mit kleinen Blättern und Blüten. Die Früchte sind rot, das Fleisch hellrosa, zart, sauer, löst sich leicht vom Kern. Die Pflanze ist frostresistent, sie trug sogar im überaus strengen Winter 1939/40 keine Frostschäden davon. Der Ertrag ist gut.

Die Sorte „Plodorodnaja" stellt eine hervorragende Tafelsorte dar und eignet sich auch vorzüglich zum Einmachen. Sie läßt sich bedeutend schwieriger mit anderen Arten oder Gattungen kreuzen als die vorhergehende. Unter den Bedingungen von Leningrad ist sie ebenfalls frostfest. Die Sorte „Krasa Sewera" hat große Blätter und Blüten. Die Früchte sind sehr groß und von hervorragender Qualität. Das Fleisch ist farblos, zart, schmackhaft mit angenehmer Säure. Da der Ertrag dieser Sorte nicht groß ist, ist das Anpflanzen von guten Bestäubern zwecks Steigerung des Ertrages notwendig. Die Sorte „Koslowskaja" ist ein mittelgroßer Baum mit großen Blättern und mittelgroßen Blüten. Die Früchte sind oval, rot, bei voller Reife intensiver rot gefärbt. Das Fleisch ist hellbraun mit rosa Tönung, saftig, süß mit kaum wahrnehmbarer Bitterkeit. Die Beobachtungen bezüglich ihrer Frostresistenz zeigten, daß sie ziemlich widerstandsfähig gegen Fröste ist.
Haynberg

**Titoff, P. I.,** Vererbung der Begrannung beim Weizen. Sozial. Sern. Chos. 1, 122—142, (1940) [Russisch].

Es wird der Einfluß der Entwicklungsbedingungen auf die Begranntheit der Bastardnachkommenschaften ein und derselben Kreuzung beim Weizen untersucht. Der Analyse wurde die $F_2$, $F_3$ und $F_4$ unterzogen. Es konnte festgestellt werden, daß die Entwicklung der Grannen bei den Bastardnachkommenschaften des Weizens nach den einzelnen Jahren stark schwankt, was durch diejenigen Bedingungen zu erklären ist, unter welchen dieselben angezogen wurden. Aus diesem Grunde werden die mannigfaltigsten Verhältnisse der unbegrannten Pflanzen zu den begrannten erhalten, die sich in kein Mendelsches Schema einordnen lassen. In vereinzelten Fällen können jedoch zufällig mono- oder dihybride Verhältnisse erhalten werden. Die formalistisch-genetischen Auslegungen über irgend welche allgemeine Formeln der Vererbung der Begranntheit halten nach Meinung des Vf. einer Kritik nicht stand. In der Arbeit wird eine Übersicht über die formalistisch-genetische Weltliteratur bezüglich der Vererbung der Begrannung gegeben und Tatsachen gebracht, die den Mendelismus widerlegen. Haynberg

**Tschermak-Seysenegg, E. v.,** Die Bildung von Traganth, eine Parallelvariation in den Samenschalen der Erbse und der wilden Kicher. Züchter **12**, 161 bis 164 (1940).

Vilmorin fand und beschrieb eine Erbsensorte, bei der die Körner in der Hülse nicht einzeln lagen, sondern bei dichter Lage einen Gummischleim, Traganth ausschieden und infolgedessen aneinanderkleben blieben. Die Körner bilden nach dem Enthülsen also mehr oder weniger lange Stäbchen, welche aneinanderhaften. Unter dem Material von Astragalus cicer L., das auf der Hindukusch-Expedition gesammelt worden war, fand Vf. nun ebenfalls Pflanzen, deren Körner in gleicher Weise und aus gleicher Ursache zusammenklebten. Es liegt hier also ein neuer Fall von Parallelvariation bei zwei weit auseinanderstehenden Arten vor, der dieses Mal kein morphologisches, sondern ein biochemisches Merkmal betrifft.
Hackbarth

**Ullrich, H.,** und **A. Mäde,** Studien über die Ursachen der Frostresistenz. II. Untersuchungen über den Temperaturverlauf beim Gefrieren von Blättern und Vergleichsobjekten. Planta **31**, 251—262 (1940).

Es werden Untersuchungen über die Möglichkeit der Unterkühlbarkeit von abgeschnittenen Blättern von Plectranthus fructicosus beim Gefrieren in einem Thermosgefäß durchgeführt, auf das eine mit einer Eis-Salzmischung gefüllte Kühlschale als Deckel gestellt wurde. Die Messung der Blattemperatur und der umgebenden Luft erfolgte mittels Einfadenthermometern. Es ergab sich, daß sowohl turgeszente wie auch gewelkte Blätter unterkühlbar sind, während dies bei infiltrierten Blättern nicht der Fall ist. Die Stärke der Unterkühlbarkeit scheint jedoch jahreszeitlichen Schwankungen zu unterliegen. Während die vollturges-

zenten Blätter im November und Dezember nur geringe Unterkühlbarkeit zeigten, konnten sie im März, bevor sie gefroren, stärker abgekühlt werden. Vergleichende Untersuchungen an flächenhaft ausgebreiteten Flüssigkeiten und Gelen zeigten den Einfluß der luftgefüllten Interzellularen auf den Temperaturausgleich.

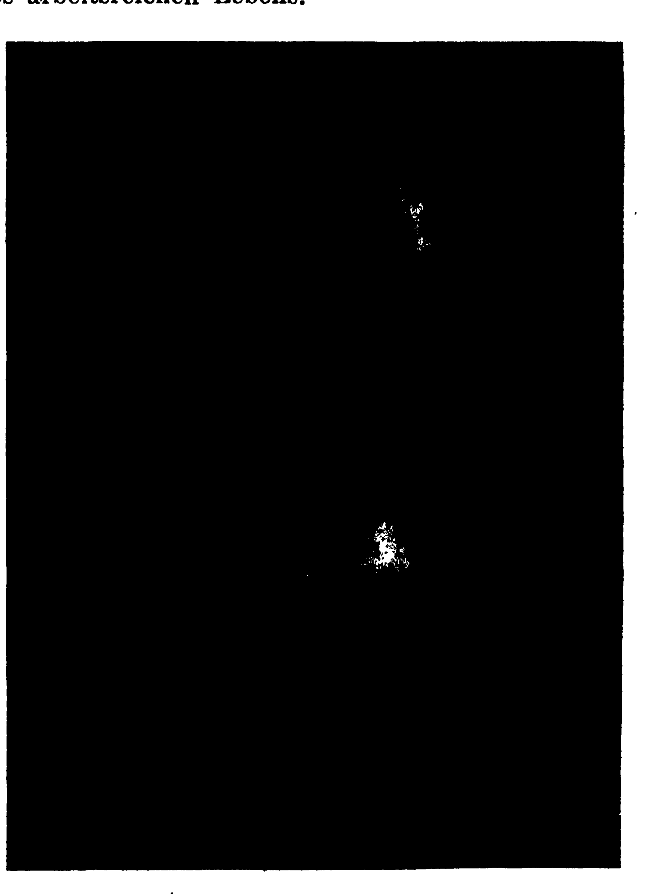
Schröck

**Wenjaminoff, A. N.,** Studium der vegetativen Mutationen bei der Kirsche „Ljubskaja". Sadowodstow **11/12,** 24—33 (1940) [Russisch].

Im Jahre 1938 wurden in Mitschurinsk 1600 Pflanzen der Kirsche „Ljubskaja" im 9jährigen Alter untersucht, wobei 211 Mutanten registriert werden konnten. Den Grund für diese starke Mutierung sieht Vf. in den klimatischen Bedingungen von Mitschurinsk, das den nördlichsten Punkt des Areals dieser Kultur bildet, sowie in der Natur der Sorte selber. Es konnte festgestellt werden, daß die Sorte „Ljubskaja" mit der von Hedrick beschriebenen Sorte Lothkirsche identisch ist und somit eine alte Kultursorte darstellt. Die Sorte „Ljubskaja" mutiert nach Feststellungen des Vf. in bezug auf folgende Merkmale: Reife- und Blütetermin, Blühart, Fruchtcharakter, Charakter des Wachstums und des Fruchtens. Viele Mutanten blühten später als „Ljubskaja". In bezug auf den Blütecharakter konnten dabei folgende Mutationen festgestellt werden: normale Blüten, kleistogame Blüten, halbgeöffnete Blüten. In bezug auf den Reifetermin der Früchte konnten Mutanten mit nicht gleichzeitiger Reife der Früchte festgestellt werden. Die Früchte der Mutanten sind meistens kleiner, jedoch kann dieses mit den ungünstigen Wetterverhältnissen des Jahres, in dem die Untersuchungen durchgeführt wurden, zusammenhängen. Die Kerne der Mutanten sind größer als bei der Mutterpflanze, der Geschmack der Früchte saurer. Nur bei einer Mutante wurden bessere Fruchteigenschaften festgestellt als sie „Ljubskaja" hatte. Bei den chemischen Untersuchungen der Früchte der Mutanten zeigte es sich, daß viele derselben mehr Trockensubstanzen enthielten als „Ljubskaja". Der Säuregehalt war bei den Mutanten 20—50% höher als bei letzterer. Die Früchte der Mutanten sind in der Regel intensiver gefärbt, das Fruchtfleisch ist fester. Viele Mutanten stehen in ihrer Ertragsfähigkeit der Sorte „Ljubskaja" nicht nach. Es konnten auch Mutanten in bezug auf einige sekundäre Merkmale beobachtet werden. So hatten einige Mutanten eine hellere Blatt-, Stengel- und Rindenfarbe. Haynberg

# Erich von Tschermak-Seysenegg zum 70. Geburtstag

Am 15. November vollendet Erich von Tschermak-Seysenegg, der Genetiker und Züchtungsforscher, der letzte der Wiederentdecker der Mendelschen Gesetzmäßigkeiten der Vererbung das siebente Jahrzehnt seines arbeitsreichen Lebens.



Vier Jahrzehnte sind verflossen, seit durch die Wiederentdeckung die Entwicklung der Vererbungsforschung begonnen hat, eine stürmische Entwicklung, die unser ganzes biologisches Denken so wesentlich beeinflußt hat. Auch heute noch erscheint es uns als eigenartiges Ereignis in der Wissenschaftsgeschichte, daß drei Forscher nach mehrjähriger experimenteller Arbeit zu gleicher Zeit sich durchgerungen hatten zur Erkenntnis der grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, die in der Vererbung liegen. Es bleibt ein bedeutendes Ereignis, weil es der Auftakt der Entwicklung dieser ganzen Wissenschaft geworden ist. Man findet auch sonst in andern Wissenschaften solches Zusammentreffen, doch gibt es selten Beispiele, wo man in der Entwicklung einer Wissenschaft das allmähliche Herantasten, Reifen, Aufklären und Vollenden so klar verfolgen kann, wo man die allgemeine Wissenschaftsentwicklung als Hintergrund so deutlich sieht, in der das Zusammentreffen dreier besonderer Leistungen so fruchtbar werden konnte. Und dann die eigen-

artige Feststellung, daß ein einsamer Vorläufer Jahrzehnte voraus schon klar und sicher einen ähnlichen Weg reiner experimenteller Arbeit gegangen war — ohne Erfolg, weil die Grundlage der allgemeinen Wissenschaftsentwicklung nicht reif und befruchtungsfähig gewesen ist.

So sehr es in der Zeit gelegen hatte, daß Mendel nicht durchdringen sollte, die andern aber ihre Entdeckung zur Vererbungsforschung ausbauen konnten, so sehr ist auch der Genotypus dieser vier Persönlichkeiten die Grundlage, auf der Mißerfolg oder Erfolg entstehen konnten. Es ist reizvoll, dieses Bild der vier Persönlichkeiten zu sehen, das längst hereinverwoben ist in die Geschichte der Vererbungsforschung. Reizvoll die Personen mit ihren Verschiedenheiten, mit ihrem Wollen und Schaffen, mit ihrer Einstellung und ihren Erfolgen. Mendel selbst hat klar das Wesentliche erkannt. Bewundernswert ist seine Leistung, gerade weil er geistig einsam war. Freilich die letzte Durchschlagskraft hat ihm gefehlt, er hat vorzeitig resigniert, vielleicht auch, weil zum Unverständnis durch die Zeit noch die unglücklichen Eigenschaften von Versuchsobjekten kamen, an die er geraten war und die er — wie wir heute wissen — nur schwer verstehen konnte. Das trennt ihn selbst und seine Zeit von den drei andern.

Die Zeit war um die Jahrhundertwende reif. Jahrzehntelanges Theoretisieren um Artbildungsfragen und theoretische Gedanken über Vererbung lösten einen Drang aus nach sauberem Experimentieren zur Lösung dieser Fragen. Alle drei, De Vries, Correns und Tschermak sind diesem Drang gefolgt, alle drei gingen von Einzelfragen der Befruchtungsforschung aus. Doch wie verschieden sind gleich von Anfang ihre Wege. De Vries war mit seiner Zeit vielleicht am meisten innerlich verwachsen. Ihn fesselten besonders deszendenztheoretische Betrachtungen und die Vererbungsstudien bleiben in gewissem Sinne am Rand. Das Zentralproblem bleibt für ihn das Mutationsproblem, also Fragen der Deszendenz großen Stiles. So ist es nicht verwunderlich, daß er für die Weiterenwicklung gerade der Vererbungsforschung im engeren Sinn bald aus der vorderen Reihe getreten ist. Erst später, als die Vererbungsforschung wieder an die Lösung der Deszendenzprobleme schritt, mündete die Forscherarbeit des Gründers der Mutationstheorie in den breiten Fluß der modernen Genetik ein, diesen wieder zu neuem frischen Lauf mit Wellen, Schnellen und Wirbeln neu aufpeitschend. Correns ging von Befruchtungsproblemen aus. Die Xenienfrage noch vor der Aufklärung der doppelten Befruchtung bei den Blütenpflanzen war der Ausgangspunkt, der ihn zur Bastardierungsarbeit und damit zur Entdeckung der Vererbungsgesetze führte. Von da an war sein Weg klar vorgezeichnet. Er war und blieb Grundlagenforscher reinster Prägung und hat mit ganzer Leidenschaft den Grundaufbau der Vererbungswissenschaft gemeistert.

Mit Xenienfragen war auch Tschermak befaßt, als er mit Kreuzungen an Erbsen auf die Spaltungsvorgänge und damit an die Grundfragen der Vererbung stieß. Auch sein Wirken galt zunächst der Grundlagenforschung und im regen Austausch der Meinungen mit den andern beiden, denen sich bald Männer wie Bateson, Baur, Nilsson-Ehle u. a. zugesellten, wurde rasch die junge Wissenschaft der Vererbungsforschung zu einem der anziehendsten und erfolgreichsten Problemgebiete, dem von allen Seiten begeisterte Kräfte zustrebten. Bei Tschermak selbst tritt bald noch ein besonderes Interesse für die Fragen der züchterischen Anwendung in den Vordergrund, die ja gerade hier besonders verlockend und, wie die Entwicklung lehrte, besonders erfolgreich war. Ein weiter Weg reichster Arbeit und großer Erfolge liegt

hier hinter ihm. Auswertung der neuen Möglichkeiten für die Züchtung in allen Einzelheiten mit Bastardierung und Neukombinationen, mit Umkreuzungen und immer wieder neuer Auslese führten weiter zur Analyse von Gattungskreuzungen und schließlich zur Verwertung polyploider konstanter Bastarde bei Getreiden und andern wichtigen Objekten. Daneben steht immer wieder die Aufklärung und Verwertung verschiedener zunächst schwer verständlicher Phänomene der allgemeinen Genetik, der Kryptomerie, der hybridogenen Parthenogenesis und mancher anderer, die erst in den letzten Jahren klar geworden sind.

Uns heute erscheint es so selbstverständlich, daß alle diese Erkenntnis der Vererbungsforschung für die Züchtung restlos ausgewertet werden müssen. Werden sollten — muß man auch heute noch sagen. Und damit ist gleichzeitig auch ins rechte Licht gestellt, was es für eine Lebensleistung bedeutet, wenn die Erkenntnisse der Genetik, von der Wiederentdeckung der grundlegenden Gesetze bis zu Polyploidiefragen und Verwertung komplizierter Artbastarde, sich reichlich in der Praxis durchsetzen konnten. Ein zäher Kampf, ein mutiges Eintreten, ein sicheres Vorwärtsschreiten auf dem richtig erkannten Wege, ein Lehren gegen Voreingenommenheit und Nichtsehenwollen, gegen Nichtkönnen und Nichtwollen führte langsam dazu, daß auch die Züchtungsforschung heute als sicherer Bau auf den Grundlagen der Genetik ruht. Wer konnte besser diesen Kampf führen als ein Mann, der von der Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze an jung geblieben ist im Ringen um Erkenntnis und im Vorausschauen, was in der Praxis kommen wird und kommen muß.

Freilich ging daneben auch ein Kampf, den man jedem Forscher ersparen sollte, der Kampf um einfachste Arbeitsmöglichkeiten, der so oft zum Verbrauch der wertvollen Kräfte und zur Resignation führen kann. Auch dieser Kampf ist T s c h e r m a k nicht erspart gebieben. Es stimmt traurig, aber vermehrt die Achtung vor der Leistung, wenn man weiß, wie dürftig diese Arbeitsmöglichkeiten waren in einer Zeit, wo die erdrückende Konkurrenz erstklassiger wissenschaftlicher Bedingungen im Ausland emporgewachsen ist.

Es waren Jahre reiner Entdeckerfreude, die T s c h e r m a k zur Erkenntnis der Mendelschen Gesetze führten. Es mögen Wochen der Erregung und leichten Enttäuschung gewesen sein, daß diese Entdeckung mit einem einsamen Vorläufer und gleichgesinnten Zeitgenossen zu teilen war. Die Enttäuschung ist längst vergessen. Der Siegeszug der Vererbungsforschung und Züchtungsforschung hat sie verweht. Jahrzehnte sind vergangen, ein großes Wissenschaftsgebiet, ein ungeheuerer Anwendungsbereich auf der ganzen Welt steht vor uns auf. Und T s c h e r m a k stand und steht in diesem Siegeszuge mitten drin. Rückschauend auf sein reiches Leben wird er alle Ehrungen, die ihm soviel vom In- und Ausland zuteil geworden sind, gerne geben für dieses Hochgefühl der großen Leistung. Rückschauend empfinden heute wir in Dankbarkeit die Lebensleistung des nun Siebzigjährigen. Wir sagen herzlichst Dank und rufen: Frohe Fahrt zum nächsten zehnten Jahr!

F r i t z v o n W e t t s t e i n, Berlin-Dahlem

# Ausgangsmaterial für die Resistenzzüchtung bei Getreide

## Ergebnisse 20jähriger Arbeit der Pflanzenzuchtstation Halle a. S.

Von

**Th. Roemer**

Der Jubilar, dessen 70. Geburtstag dieses Heft gewidmet ist, Erich von Tschermak, hat schon vor vielen Jahren *Triticum vulgare-* × *durum*-Kreuzungen ausgeführt (43), um unter anderen Zielsetzungen auch gesundere *Vulgare*-Sorten zu erzeugen. Die nachstehend erwähnten Erfolge amerikanischer Züchter mit Kreuzungen *Triticum vulgare* × *durum* bestätigen die vorausschauende Zielstrebigkeit des Jubilars (1, 4). Aus diesem Zusammenhang heraus sollen im folgenden Erfahrungen und Versuchsergebnisse eines früheren Mitarbeiters des Jubilars mitgeteilt werden.

Die Schaffung von Sorten der verschiedenen Nutzpflanzen, die resistent gegen pilzliche oder tierische Schädlinge oder widerstandsfähig gegen harte und ertragsmindernde Umweltfaktoren, wie Kälte- oder Dürreperioden, sind, hat in den letzten Jahren beachtliche Erfolge aufzuweisen. Es wurden durch Honecker *Erysiphe*-widerstandsfähige Gerstensorten, durch K. O. Müller, Berlin, und Franz Müller und Wenk, Weihenstephan, *Phytophthora*-resistente Kartoffelsorten, durch Husfeld *Plasmopara*-widerstandsfähige Reben, in eigenen Arbeiten *Ustilago*-resistente Hafersorten und Sommerweizen-Stämme, in USA. *Puccinia graminis*-resistente Weizensorten durch verschiedene Autoren geschaffen. Da die deutschen Erträge durch das Zusammenwirken der verschiedensten pilzlichen und tierischen Schädlinge im Durchschnitt um 10 % gesenkt werden und da trotz der deutlichen Fortschritte in der Steigerung der Winterfestigkeit von Wintergetreide immer noch teils kleinere, teils größere Teile der Wintersaaten wegen schlechter Überwinterung im Frühjahr umgepflügt werden müssen, ist es eine vordringliche Aufgabe der Züchtung, diese Ausfälle zu vermindern. Neben der Zielsetzung: Steigerung der Erträge ist die Sicherung der Erträge durch Minderung der Ertragsschwankungen ein Hauptziel der pflanzenzüchterischen Arbeiten aller Länder. Die Aufgaben werden je nach Pflanzenart, nach Krankheitserregern, nach Klima und nach Wirtschaftssystemen (Fruchtfolge, Düngung) in den einzelnen Ländern verschieden sein, daher können die Verfahren der Resistenzzüchtung nicht von einem Land in ein anderes Land ohne weiteres übernommen werden.

Die Methoden der Resistenzzüchtung sind weitgehend geklärt (33). Es steht fest, daß die Kreuzungszüchtung im Verein mit Prüfung der Kreuzungsgenerationen durch künstliche Infektion das wirksamste Mittel

ist, ohne damit festzulegen, daß dies auf die Dauer das einzige Arbeitsmittel bleibt. Geringer sind jedoch die Erfahrungen über das Ausgangsmaterial für die Resistenzzüchtung. Es liegt nahe, daß zunächst die Kultursortimente einer Pflanzenart durchgeprüft werden. Aber in vielen Fällen fehlen resistente Kultursorten. Es taucht damit die Frage auf:

Welches Ausgangsmaterial soll zur Einkreuzung benutzt werden?

Zur Beantwortung dieser Frage empfiehlt es sich, zunächst zu prüfen, welches Ausgangsmaterial zur Erzielung der bis heute bekannt gewordenen Erfolge der Resistenzzüchtung benutzt worden ist. Hierbei können wir folgende Unterscheidung feststellen:

1. Die Einkreuzung von Varietäten der gleichen Art, die entweder im gleichen Land oder in anderen Ländern als Kultursorten verbreitet oder auch in kleineren Anbauflächen bekannt sind.
2. Die Einkreuzung von Varietäten gleicher Art, die als Landsorten oder Herkünfte im gleichen Land oder in anderen Ländern ohne systematische züchterische Auslese, nur der natürlichen Auslese unterworfen, entstanden sind.
3. Die Einkreuzung anderer Arten, die zum Teil in dem gleichen Land, zum Teil in anderen Ländern oder Kontinenten als Kultursorten genutzt werden.
4. Die Einkreuzung von anderen Arten, die als Wildformen ebenfalls im gleichen Land oder in anderen Ländern bekannt sind, aber nicht bis zur Stufe „Kultursorte“ entwickelt worden sind.
5. Die Einkreuzung von Produkten systematischer Resistenzzüchtung. Diese können aus Varietäten- oder Artkreuzungen hervorgegangen sein und werden wegen bestimmter anderer Mängel vielleicht nie zu Sorten entwickelt oder sind noch so jung, daß ihr praktischer Wert für den Anbau erst erwiesen werden muß.

Besonders die in der Kartoffel- und Rebenzüchtung erzielten Erfolge sind gute Beispiele für die Nutzbarmachung von Resistenzmerkmalen anderer Arten, die in anderen Kontinenten gefunden worden waren. Die Sammel-Expeditionen oder Reisen von Vavilov und Bukassov (Rußland), Erwin Baur (Deutschland), Hamarlund (Schweden), Reddik (USA.) haben ermöglicht, verschiedene *Solanum*-Wildformen, die wertvolle Gene für Resistenz gegen *Phytophthora* bzw. gegen Viruskrankheit enthalten, zu finden. Schon vor diesen Expeditionen hatte Broili *Sol. commersonii* in deutsche Kultursorten eingekreuzt, daraus die „W-Rassen“ gezüchtet, die K. O. Müller weiter entwickelte (25). Material hiervon wurde an Privatzüchter abgegeben, und aus diesem Material sind neue Kartoffelsorten geschaffen worden, die praktisch nutzbare *Phytophthora*-Widerstandsfähigkeit besitzen, so daß bis heute auch die in den letzten Jahren neu gefundenen physiologischen Rassen des Pilzes keine merkbaren Ertragssenkungen bewirken. Diese resistenten Neuzüchtungen (z. B. Erika, Frühnudel) sind in den Wertprüfungen des Reichsnährstandes innerhalb ihrer nach Reifezeit gestaffelten Sortengruppe unter den Spitzensorten bezüglich des Ertrages. — In der Rebenzüchtung wurden schon sehr früzeitig die amerikanischen *Vitis*-Arten: *Rupestris, Riparia = Vulpina, Berlandieri, Cinerea,* deren Reblausresistenz schon lange bekannt war, in die deutschen Varietäten von *Vitis vinifera* eingekreuzt. Allerdings wurde damals unterlassen, aus diesen Kreuzungen die $F_2$-Generationen zu ziehen. Jedoch wurde durch E. Baur und Husfeld das Material in weiteren Generationen geprüft (19), so daß heute

in Müncheberg reiches Material an reblausfesten Kombinationen steht, die nun infolge der Langjährigkeit der Art in längeren Zeitspannen auf ihren praktsichen Wert geprüft werden, aber wie erwartet nur in geringem Prozentsatz nutzbare resistente Neukombinationen ergeben haben. — Als Beispiel für Resistenz gegen Witterungsunbilden können hier die großen Erfolge Micurins in der Erzeugung sehr kältewiderstandsfähiger Apfel- bzw. Birnensorten durch Einkreuzung von *Malus prunifolia* und *Pirus ussuriensis* aus dem Kaukasus erwähnt werden.

Gemäß der grundlegenden Bedeutung des Getreidebaues (55 % der deutschen Ackerfläche) kommt der Züchtung resistenter Leistungssorten überragende Bedeutung zu, zumal das Getreide von vielerlei pilzlichen Krankheiten befallen wird, die nicht durch Beizung des Saatgutes oder Bespritzen der Bestände, sondern nur durch Anbau resistenter Sorten bekämpft werden können. Die primären Getreidearten Weizen und Gerste werden deutlich von mehr pilzlichen Krankheiten befallen als die sekundären Getreide Roggen und Hafer. Demgemäß liegt der Nachdruck unserer Arbeiten dieses Gebietes bei Weizen und Gerste.

Maßgebend für die Aussicht auf Erfolg und für die Dauer bis zum Erfolg ist die Wahl des Ausgangsmaterials. Nachdem durch Barrus (1911) und durch Stakman und seine Schule (1914 u. folg. Jahre) die physiologische Spezialisierung zahlreicher pilzlicher Krankheitserreger ausgearbeitet ist (31), muß die Auswahl des Ausgangsmaterials diese Erkenntnis berücksichtigen, indem zuerst festgestellt wird, welche physiologischen Rassen eines bestimmten Krankheitserregers in dem Anbaugebiet vorhanden sind, und zweitens gegen welche der physiologischen Rassen die einzelne Sorte, die als Kreuzungselter in Betracht kommt, resistent bzw. anfällig ist. Die Wahl des Ausgangsmaterials ist einfach, wenn es Sorten gibt, die sich resistent gegen alle zur Zeit vorhandenen physiologischen Rassen eines Pilzes in dem engeren oder weiter umgrenzten Anbaugebiet in der Prüfung durch künstliche Infektion erweisen, wie z. B. der Black Mesdag-Hafer gegenüber *Ustilago avenae*, Gersten der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935 gegen *Erysiphe graminis*.

Die jährlichen Bonitierungsnotizen über den feldmäßigen Befall der Einzelglieder von Sortimenten geben, sofern mehrjährige Ergebnisse vorliegen, brauchbaren Einblick, jedoch nur nach der negativen Seite, d. h. es wird die Art und die Stärke des Befalls (Krankheitserscheinung) festgelegt, aber weder erkannt, welche Rassen des Pilzes bei der Einzelsorte wirksam wurden, noch erkannt, ob Freisein von Befall durch Fehlen einer oder mehrerer Rassen des Pilzes oder durch wirkliche Resistenz der Wirtssorte bedingt ist. Solche Feldbeobachtungen ermöglichen also nur Ausmerzung erkrankter Elternsorten. Erfassung wirklich resistenter Elternsorten aus den durch Feldbonitierung eingeengten Sortimenten muß auf Grund künstlicher Infektionen erfolgen, und zwar in einfacheren Fällen mit Pilzpopulationen, in schwierigeren Fällen durch Infektion mit reinen, genau auf Testsortiment erkannten Einzelrassen.

Über derartige Vorarbeiten, die in Halle zum Teil 20jährig, zum Teil kürzere Zeit (3—5jährig) durchgeführt wurden, soll in folgendem berichtet werden, um dem praktischen Züchter sofort nutzbare Unterlagen für seine Arbeit zu geben. Bei Bewertung dieser Arbeitsergebnisse ist zu beachten, daß bei Beginn entweder gar keine *(Erysiphe graminis tritici)* oder nur eine einfache Spezialisierung *(Ustilago nuda)* (42, 47) der einzelnen Pilzart erkannt war oder daß infolge fortgesetzter Mischung

von + × — Myzel keine Konstanz der Einzelrassen besteht *(Tilletia)*. Der Umfang dieser Arbeiten, bei denen Nicolaisen, Isenbeck, Hanna Becker und eine Reihe von Doktoranden geholfen haben, kommt im folgenden nicht zum Ausdruck, weil die Vielzahl von Sorten, die anfällig sind, nicht aufgeführt wird und die genannten resistenten Sorten einen sehr kleinen Prozentsatz ausmachen. Der Umfang ist aus den Einzelarbeiten, die im Laufe der Jahre als Dissertationen erschienen (33), ersichtlich.

Zwei Fragenkomplexe seien besonders betont: 1. Sind in Deutschland oder Mitteleuropa Landsorten vorhanden, die wertvolle Resistenz gegen diese oder jene wichtige Krankheit besitzen? 2. Erweisen sich Zuchtsorten, die in ihrer ausländischen Heimat als resistente Sorten verbreitet werden, auch unter deutschen Verhältnissen resistent? Die Zielsetzung der zweiten Frage ist nicht: Können solche Zuchterfolge des Auslandes durch Anbau in unserem Raum genutzt werden, so daß die Zuchtarbeit sich erübrigt, sondern können diese mit Aussicht auf Erfolg als Kreuzungseltern benutzt werden, da sie auch gegen die hier auftretenden physiologischen Rassen resistent sind und eventuell gleichzeitig besondere Werteigenschaften wie Frühreife, Kältefestigkeit, Auswuchsverzögerung, Backqualität mitbringen?

Zu der ersten Frage ist noch zu bemerken, daß vielfach die Ansicht vertreten wird, die heutigen Hochzuchtsorten seien krankheitsanfälliger als die alten Landsorten; diese seien robuster, gesünder, härter. Die Hochzuchten werden als „überzüchet" hingestellt, eine Vorstellung, die der Tierzucht entnommen ist; häufig konnte durch Züchtung auf Leistung bei schlechter Stallhaltung (Krankheitsvermehrung) eine Schwächung der Konstitution beobachtet werden, ein Mangel, dessen rasche Beseitigung heute angestrebt wird. In diesem Sinn soll das Material auch einen Beitrag zur Klärung: Sind Hochzuchten anfälliger als Landsorten? liefern. Das Landsortenmaterial wurde freundlicherweise von Kollegen und von Schülern des Instituts gesammelt und übergeben: von E. Mayr Landsorten aus der Ostmark, von Åkerman schwedische, von Pesola finnische, durch von Grünewald estnische Landsorten, von Remy, Tokio, japanisches, von Börger südamerikanisches, von der Station Pusa indisches Material. Ihnen allen sei auch an dieser Stelle bestens gedankt. Einiges Material wurde vom Verfasser, von Nicolaisen und Isenbeck auf Reisen in Skandinavien in verschiedenen Jahren und das asiatische Material durch die Deutsche Hindukusch-Expedition 1935 (46) unter Führung von A. Scheibe gesammelt. Außerdem übergab A. Scheibe dem Institut ein Sortiment anatolischer Weizen, als er im Jahre 1932 von der Türkei nach Deutschland zurückkehrte.

Die Abgrenzung „Landsorte" ist nur zum Teil gesichert, z. B. bei den deutschen, ostmärkischen, skandinavischen, baltischen Nummern, nicht dagegen bei den spanischen, griechischen, chinesischen und japanischen. Die Einheitlichkeit der Anbaumuster spricht dafür, daß manche von ihnen Auslesen aus Landsorten zum mindesten auf morphologische Einheitlichkeit sind. Andererseits bietet äußere Einheitlichkeit keine Gewähr dafür, daß Auslesen vorliegen, da extreme Umweltbedingungen eine überraschende äußere Einheitlichkeit in ungezüchteten Landsorten bewirken können. Diese und jene Sorte mag auch als Zuchtsorte geführt worden sein, die zwar in ihrem Heimatgebiet als allgemein verbreitete Sorte gebaut, aber in der Tat eine Landsorte war (6a). Insofern ist die Abgrenzung zwischen Zucht- und Landsorten nicht scharf. Im Laufe der

Jahre treten auch Unstimmigkeiten in den Auszählungen der kranken Pflanzen bei ein und derselben Sorte auf, die durch Verschiebung des Rassengemisches des Pilzes erklärt oder durch Infektionsfehler zustande gekommen sein können.

Das Nächstliegende ist, Kultursorten der gleichen Art als Ausgangsmaterial einzukreuzen, die sich als resistent gegen mehrere Krankheiten erwiesen haben. Hierbei werden, solange nicht Ergebnisse künstlicher Infektionen unter Bedingungen vorliegen, die eine Sicherheit des Ergebnisses geben, als Anhaltspunkte die langjährige Erfahrung der Praxis und die öffentlichen Sortenversuche dienen können. So war schon lange bekannt, daß Heines Kolben Sommerweizen wenig Flugbrand und wenig Gelbrost zeigte, und daß die Winterweizen Hohenheimer 77 und Heils Dickkopf auch ohne Beizung des Saatgutes in allen Jahren sehr wenig Steinbrand aufwiesen oder daß die Sommergerste Pflugs Intensiv nur selten Mehltau zeigte. Jedoch kann dies nicht genügen, sondern für eine systematische Züchtung neuer, vor allem gegen mehrere Krankheiten resistenter Sorten durch Kreuzung ist es erforderlich, durch künstliche Infektionen unter Bedingungen, die für den Pilz besonders günstig sind, Sorten aufzufinden, die als die geeignetsten Kreuzungseltern dienen können. Hierfür ist das deutsche Kultursortiment zu klein. Die Kultursorten möglichst vieler Länder müssen herangezogen werden. Infolgedessen wurden große Kultursortimente von Weizen, Gerste und Hafer im Laufe der Jahre in Halle auf diesem Wege geprüft, wie sie in den Einzelarbeiten aufgeführt sind (5, 23, 26, 27, 36, 45). Die älteren Ergebnisse sind zum Teil nicht stichhaltig, weil in den ersten Jahren die Infektionsmethoden noch Fehler oder Mängel aufwiesen (47), die erst später erkannt wurden, oder weil die Zahl der benutzten Rassen einer Pilzart gering war. Es kommt hinzu, daß manche Zuchtsorten aus fremden Ländern entweder nicht bis zur Konstanz durchgezüchtet oder als Folge zufälliger Fremdbefruchtung, sei es im Heimatland oder unter den veränderten klimatischen Bedingungen des neuen Standortes (Trockenklima — Halle), in verstärktem Maße zum offenen Blühen neigten, so daß bei gleichzeitig blühenden, aber deutlich verschiedenen Sorten der näheren Nachbarschaft Folgen der Kreuzung bemerkbar wurden.

Es ist in der Tat gelungen, für mehrere Krankheiten unter den im Anbau befindlichen Kultursorten solche zu finden, die als Kreuzungseltern brauchbar erscheinen. Solche finden sich jedoch nur zu einem sehr geringen Teil in den deutschen Sortimenten, überwiegend in den Kultursortimenten anderer Länder oder Kontinente, ohne eine gerade Linie angeben zu können derart, daß in einem bestimmten Land oder Gebiet große Aussicht für das Auffinden geeigneten Ausgangsmateriales besteht. Zwar ist dies für die Resistenz gegen einzelne bestimmte Krankheiten möglich, wie etwa das Chinesische Weizensortiment einen hohen Prozentsatz gelbrostresistenter Nummern oder das japanische Gerstensortiment einen hohen Prozentsatz flugbrand- bzw. streifenkrankheitswiderstandsfähiger Sorten enthält oder die neuen amerikanischen Weizensortimente, besonders die neuen Züchtungsergebnisse, die Resistenz gegen mehrere Krankheiten mit Qualität vereinigen. Überwiegend weisen aber solche resistente Sorten für deutsche Anbauverhältnisse Mängel an anderen Werteigenschaften auf, ganz besonders häufig ungenügende Standfestigkeit oder losen Spelzenschluß oder Begrannung oder ungenügende Winterfestigkeit oder sehr geringen Ertrag.

## Weizen

Von allen Getreidearten leidet der Weizen am meisten unter pilzlichen Blattkrankheiten, sowohl der Zahl der Pilzarten nach als auch nach dem Grad der Schädigungen. Es sind verschiedene Rostkrankheiten *(Puccinia)* und Mehltau *(Erysiphe)*. Die 3 *Puccinia*-Arten (*P. glumarum*, der Gelbrost, *P. triticina*, der Braunrost und *P. graminis*, der Schwarzrost) schädigen in den einzelnen Ländern und in den verschiedenen Klimabezirken in verschieden hohem Maße. Während in dem feuchteren und kühleren Klima Nord- und Westdeutschlands insbesondere der Gelbrost, im kontinentalen und heißeren Klima Osteuropas der Braunrost in einzelnen Jahren die Weizenernte erheblich senkt, tritt in anderen Gebieten, z. B. in dem Voralpengebiet und in den Gebirgstälern Oberbayerns und der Ostmark vorwiegend der Schwarzrost nicht selten verheerend auf. Demzufolge haben wir uns in Halle besonders mit der Schaffung von neuen Sorten, die widerstandsfähig gegen Gelbrost und in zweiter Linie mit der Schaffung solcher Sorten, die widerstandsfähig gegen Braunrost sind, befaßt. Da der Schwarzrost in USA. und Kanada für die Ertragsschwankungen weitgehend bestimmend ist, wurden durch S t a k m a n und seine Schüler in breitestem Umfang Arbeiten zur Erzeugung von schwarzrostresistenten Sorten ausgeführt und hierbei die physiologische Spezialisierung der einzelnen Rostart in physiologische Rassen erkannt (39, 40). Die Züchtung rostresistenter Weizensorten ist um so schwieriger, je mehr die einzelne *Puccinia*-Art sich in Rassen aufgliedern läßt und je mehr die einzelnen Rassen in ihrer Verbreitung und in ihrem Auftreten schwanken.

**Gelbrost.** Für den Gelbrost in Deutschland wurden etwa 50 physiologische Rassen erkannt, von denen eine Mehrzahl keine entscheidende Bedeutung hat, da entweder ihre Aggressivität oder ihre Verbreitung gering ist oder mehrere sich nur nebensächlich voneinander unterscheiden, so daß die Bildung von Rassengruppen möglich ist. Für die Wahl des Ausgangsmaterials ist entscheidend, solche Sorten zu finden, die gegen jene Rassen, die in den einzelnen Anbaugebieten verbreitet sind, widerstandsfähig sind und von denen auch erwartet werden kann, daß sie in Zukunft von neu auftretenden Rassen wenig geschädigt werden; hierüber können begreiflicherweise nur Vermutungen ausgesprochen werden. Als Anhaltspunkt hierfür gilt das Verhalten der einzelnen Weizensorten bei künstlicher Infektion unter verschiedenen Temperaturen; es ist zu erwarten, daß jene Sorten, deren Verhalten gegen den Gelbrost unter verschiedenen Umweltbedingungen (Temperatur) gleich bleibt, auch beim Anbau unter den verschiedenen Anbaubedingungen ihre Resistenz behalten und von neuen, noch unerkannten Rassen wenig befallen werden. Andererseits muß immer damit gerechnet werden, daß durch einheitlichen Anbau e i n e r Sorte einzelne bestimmte Rassen so stark vermehrt werden, daß sie, obwohl bisher von nebensächlicher Bedeutung, starke Epidemien auslösen können. Aus diesem Gesichtspunkt heraus ist es nicht erwünscht, daß eine weitgehende Einheitlichkeit in der Sortenwahl für den allgemeinen Anbau statt hat. Die enormen Schädigungen in USA. und Kanada sind sicherlich zu einem Teil auf die Tatsache zurückzuführen, daß einzelne Sorten wie Marquis auf Millionen Hektar geschlossen angebaut werden. In gleicher Richtung, aber in geringerem Ausmaß gilt dies z. B. für die Vermehrung jener Gelbrostrassen, die auf Carsten V gedeihen und sich stark vermehrt haben, seitdem diese ertragreiche Sorte ältere Sorten verdrängt hat. So war die Rasse 7 früher nur vereinzelt

auf den Feldern von Carsten V zu finden, dagegen tritt sie heute praktisch auf jedem Carsten-V-Feld neben vereinzelt immer wieder neu hinzukommenden Rassen auf, die Carsten V auch befallen. In Frankreich wurde die Rasse 7 nur ganz selten, zum erstenmal 1938 gefunden, vorher war Carsten V dort immer frei von Gelbrost gewesen. In Holland breitete sich Rasse 7 allerdings seit 1935 in dem Maße aus, wie der Anbau von Carsten V ausgedehnt wurde.

Es genügt daher nicht, im folgenden nur von Gelbrostresistenz der einzelnen Sorten zu sprechen, sondern es wird angegeben, gegen welche Rassen die einzelne Sorte widerstandsfähig ist. Allerdings erweist es sich nicht als notwendig, mit allen 50 Rassen die Prüfung durchzuführen. In unseren Arbeiten, die für Nord- und Mitteldeutschland Geltung haben, haben wir jeweils die wichtigsten 10 Rassen in unsere Prüfung eingesetzt, wie sie durch das Testsortiment bestimmt worden sind: es sind die Rassen 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 26, 27, 53, letztere, weil damit gerechnet werden muß, daß diese in Frankreich stark verbreitete Rasse durch die Westwinde nach Deutschland eingebracht wird. Seit 1939 wird noch eine weitere Rasse berücksichtigt, die gleichzeitig Heines Kolben und Carsten V befällt und nunmehr als 54 in die Liste der Gelbrostrassen aufgenommen worden ist. Die Rostresistenz einer brauchbaren Neuzüchtung wird auch in Zukunft immer nur relativ sein und durch Auftreten neuer Rassen aufgehoben werden können.

**Sommerweizen.** Heines Kolben Sommerweizen war als widerstandsfähige Weizensorte in Deutschland schon allein aus Erfahrung der landwirtschaftlichen Praxis bekannt. Später beobachtete die Praxis ebenfalls weitgehende Gelbrostresistenz bei v. Rümkers Sommerdickkopf. Heines Kolben stammt von dem französischen Saumur, der in Frankreich als anfällige Sorte bekannt ist. Anbau von Heines Kolben Sommerweizen in Frankreich ergab dort hohe Anfälligkeit. Es konnte daher nicht überraschen, daß seit 10 Jahren Heines Kolben in Deutschland mehr und mehr mit Gelbrost befällt. Die genaue Nachprüfung an Keimlingspflanzen durch Gassner (9a) und Hanna Becker (48) ergab, daß der von Vettel in Hadmersleben auf Heines Kolben beobachtete Gelbrost die Rasse 9 ist, die auch aus Sporenmaterial aus Frankreich auf Saumur und Heines Kolben bestimmt wurde.

Ehe dies bekannt war, haben wir den Heines Kolben mehrfach als Kreuzungselter benutzt, jedoch dieses Kreuzungsmaterial nicht intensiv weiter bearbeitet, als durch Beobachtungen unseres in Frankreich angebauten Zuchtmaterials die Bedeutung der Rasse 9 und später auch der Rasse 1 erkannt war, die von Gassner und Straib (8) zum erstenmal als Mutation aus Rasse 9 bestimmt und von Hanna Becker in Langenstein feldmäßig gefunden wurde. Obwohl Rasse 1 aus 9 entstanden aggressiver als 9 ist, ist sie nach bisherigen Beobachtungen seltener als Rasse 9 in Feldbeständen gefunden worden.

Als zweiten Elter benutzten wir eine Zuchtgartennummer 1014/27, die hervorgegangen ist aus unseren Versuchen der Jahre 1920—1922, den Winterweizen Strubes Kreuzung 210 = Strubes Squarehead Winterweizen × Noé Sommerweizen wegen seiner Ertragsfähigkeit in Sommerweizen umzuzüchten. 1014/27 wurde aus einer Vielzahl von Linien, von denen die größere Hälfte bei Frühjahrsaussaat nicht schoßte, ausgewählt, weil er durch Gesundheit und Standfestigkeit besonders auffiel, er wurde jedoch wegen seiner späten Reife nicht zu einer selbständigen Sommerweizensorte entwickelt. Da er aber gegen viele Rassen, einschließlich der Rassen 9

und 1, im Gegensatz zu Heines Kolben keimlingsresistent ist, ist er als Kreuzungselter besonders wertvoll geworden. Seine Schwäche liegt in dem Verhalten gegen die Rasse 2, von der er stark befallen wird, jene Rasse, die am weitaus stärksten verbreitet war, ehe durch Carsten V die Rasse 7 an Ausdehnung gewann. Außerdem ist Rasse 2 die vorherrschende Rasse auf den Vilmorin-Sorten Frankreichs und kann somit immer wieder von Westen hereingetragen werden. In Gebieten, in denen Carsten V auch heute noch wenig gebaut wird, ist die Rasse 2 noch häufig zu finden. Aus den verschiedenen Einkreuzungen mit 1014 wurde die wertvollste jene mit v. Rümkers Sommerdickkopf, der anfällig für Rasse 9 und 1, aber widerstandsfähig gegen Rasse 2 ist. Aus dieser Kreuzung entstand der Stamm 4858/37, der gemäß künstlichen Infektionen im Gewächshaus Keimlingsresistenz gegen alle 10 benutzte Rassen aufweist. So erscheint dieser Stamm 1014 als wertvoller Kreuzungspartner von Sorten, die gegen Rasse 2 widerstandsfähig, aber von Rasse 9 und 1 befallen werden. Sein Wert liegt darin, daß 1014/27 der einzige deutsche Sommerweizen war, der gegen Rasse 9 und 1 Keimlingsresistenz aufwies. Man kann eine solche Sorte, die gegen einige wenige Rassen resistent ist, gegen welche der andere Elter anfällig ist, als „Ergänzungselter“ bezeichnen. Ein Ergänzungselter in gleichem Sinne (widerstandsfähig gegen 9 und 1, anfällig für 2) ist auch die französische Sorte Rouge prolifique barbu, die jedoch lang und weich im Stroh und begrannt ist und sich in unseren Kreuzungen weit weniger als 1014/27 bewährt hat.

Als eine besonders wichtige ausländische Elternsorte ist der kanadische Sommerweizen Garnet zu bezeichnen, der bis jetzt im Gegensatz zu den vorher genannten Sorten und Stämmen eine sichere Feldresistenz gegen alle bekannten Rassen, auch bei künstlicher Feldinfektion mit den einzelnen Rassen mehrjährig bewiesen hat. Es ist aber darauf zu achten, daß Garnet sowohl in Deutschland als auch in Frankreich und Holland immer einen kleinen Prozentsatz stark anfälliger Pflanzen (Typ 4) enthält. Die Kreuzungsfolgen verschiedener Garnet-Elternpflanzen erweisen sich infolgedessen nicht gleichwertig in der Resistenz; man muß daher mehrere Garnet-Elternpflanzen benutzen, deren reine Nachkommen im nächsten Jahr auf ihr Verhalten durch künstliche Infektion geprüft werden müssen, um wirklich sicher zu gehen, resistente $P_1$-Pflanzen benutzt zu haben. Garnet ist gleichzeitig ein wertvoller Elter für Backfähigkeit und Frühreife (2, 4); er besitzt einen zwar elastischen, aber nicht standfesten Halm. Die Kreuzung Peragis × Garnet ist deshalb interessant, weil aus dieser Kreuzung, obwohl Peragis sowohl im Gewächshaus als im Feld hochanfällig ist und Garnet nur feldresistent ist, Stämme erzielt wurden, die im Gewächshaus Keimlingsresistenz gegen alle Rassen mit Ausnahme von 9 und 1 und Feldresistenz gegen 9 und 1 zeigen (5773/32).

Will man von Anfang an eine Form als Kreuzungselter benutzen, die gegen alle Rassen und unter allen Verhältnissen widerstandsfähig ist, so muß man auf *Trit. Spelta* wie den Spelz von Tscharibrod und Roten Sommerkolbenweizen zurückgreifen. Mehrfache Rückkreuzungen mit dem Leistungselter erweisen sich als nötig, da die bisher daraus erzielten Kreuzungsnachkommenschaften zwar volle Resistenz wie der Spelz, aber noch ganz ungenügende Ertragsleistung und oft leichte Brüchigkeit der Spindel trotz *vulgare*-Charakter der Ähre aufweisen.

**Winterweizen.** Die Chinesischen Weizen 165 und 166, die Verfasser aus dem langjährig angebauten Sortiment von Strube, Schlan-

stedt, als feldresistent erkannt hatte, erwiesen sich bei Keimlingsinfektion als resistent, besonders Chinese 166 fast ohne jede Fleckenbildung also i-Typ, hin und wieder i- bis 00-Typ. Daher wurden sie schon in den ersten Jahren unserer Arbeiten vielfach eingekreuzt. Die Winterfestigkeit dieser beiden entspricht etwa jener der Squareheads, ihre Standfestigkeit und Backqualität sind besonders schlecht, dagegen ist ihre Frühreife und Neigung zu starker Bestockung vorteilhaft. Daher war von Anfang an nicht zu erwarten, daß einmalige Einkreuzung brauchbare Zuchtergebnisse liefern werde. Dies wurde in unseren Arbeiten voll bestätigt. Die Kreuzungen Chinese 166 × Strubes Squarehead haben voll resistente Zuchtstämme mit besserer Standfestigkeit und Ertrag als Chinese 166 ergeben, die als wertvolle Kreuzungseltern für weitere Einkreuzungen dienten (Nr. 417/31, 429/31, 435/31). Diese Stämme wurden zu erneuten Einkreuzungen mit Kronen, Panzer, Strubes General von Stocken und Kreuzung 56 benutzt, um ihre Leistungen zu erhöhen. Es wurde hier also der heute nicht mehr zu empfehlende Weg gewählt, aus der ersten Kreuzung zunächst konstant resistente Stämme zu züchten und erst diese als Kreuzungseltern zu benutzen. Dieser lange Weg wäre besser durch frühzeitige Rückkreuzung und Dreierkreuzung abgekürzt worden. Hier liegt ein typisches Beispiel dafür vor, daß ein Kreuzungselter nur e i n e, allerdings sehr wertvolle Eigenschaft (Resistenz) und gleichzeitig viele ungünstige Eigenschaften einbringt. Wir wissen heute, daß in solchen Fällen die R ü c k k r e u z u n g die richtige Züchtungsmethode ist.

Es ist unentschieden, ob Chinese 165 und 166 Landsorten oder Auslesen (Ährenauslese?) aus solchen sind. Ihre äußerliche Einheitlichkeit kann dadurch bedingt sein, daß sie viele Jahre lang auf kleinsten Parzellen in dem Sortimentsgarten von S t r u b e, Schlanstedt, angebaut wurden. Auf Grund ihrer besonderen Frühreife blühen sie wesentlich früher als andere Sorten, so daß die Kleinheit der Parzellen unter Ausschaltung der Fremdbestäubung im Laufe der Jahre zu einer morphologischen Einheit führen konnte.

Da unter den deutschen Weizensorten keine einzige eine befriedigende Resistenz zeigt, wurde Umschau unter den ausländischen Z u c h t sorten gehalten. Hierbei erwies sich der von G a i n e s gezüchtete Ridit C. I. 6703 als f e l d r e s i s t e n t gegen alle Rassen mit Ausnahme von 9 und 1, im Gewächshaus zeigt er gegen die meisten Rassen Typ 2/3 bis 3/4. Besonderen Wert hat diese Sorte, weil sie steinbrandresistent und gut winterfest ist und bessere Ertragsleistung und Qualität als die Chinesen 165 und 166 einbringt. Diese Sorte hat sich als Kreuzungspartner der schwedischen Sorten Kronen und Panzer bewährt, weil diese von den Rassen 9 und 1 nicht befallen werden. So entstand ein Stamm 3330/32 (Ridit × Panzer III), der volle F e l d r e s i s t e n z g e g e n a l l e G e l b r o s t r a s s e n besitzt, ausgesprochen winterfest ist und gegen die in Deutschland vorhandenen Steinbrandrassen praktisch resistent ist. Es ist daraus ersichtlich, daß mit dieser ausländischen Zuchtsorte mehrere wertvolle Eigenschaften gleichzeitig in europäische Sorten eingebracht und Formen mit völliger Feldresistenz erzeugt werden können. Als Hauptnachteil ist die Anfälligkeit des Ridit für *black chaff (Bact. translucens),* die in allen Kreuzungsprodukten wieder erscheint, zu erwähnen.

Die amerikanische Weizensorte DC 2303, ein Ergebnis von [Marquis *(vulgare)* × Jumillo *(durum)]* × *[*Marquis × Kanred *(vulgare)]* von H a y e s und S t a k m a n (15) gezüchtet, die später die Bezeichnung Thatcher

erhielt, erwies sich in Halle im Gewächshaus als mehr oder weniger resistent (Typ 0 bis 1—2) gegen alle bei der Züchtung verwendeten Rassen und im Feld als durchgehend resistent, allerdings unter starker Bildung nekrotischer Streifen an den Infektionsstellen, aber ohne Pustelbildung, so daß keine Epidemien entstehen. Außerdem wird er von Braunrost auch nach künstlicher Infektion von vielen Rassen nur schwach befallen (höchstens Infektionsstärke 2), dagegen ist er gegen Mehltau und *black chaff* hoch anfällig. Die Sorte ist nach ihrer Ährenbildung eine Extensivsorte und genügt als solche für die intensiven Kulturverhältnisse Deutschlands nicht. Trotzdem hat sie sich als Kreuzungselter hervorragend bewährt, und zwar besser in den Kreuzungen mit Winter- als mit Sommerweizen. Aus Kreuzungen mit Svalöfs Kronen Winterweizen, Heine IV und Carsten V konnten mehrere Stämme mit Keimlingsresistenz gegenüber den 10 genannten Rassen isoliert werden; sie sind noch winterfester als Kronen (Transgression) und vereinen diese höchste Winterfestigkeit mit Frühreife und teilweise auch mit guter A-Qualität (bis 5000 Gütezahl).

Resistenz- und Leistungseigenschaften einiger Stämme aus Thatcher-DC 2303 Einkreuzungen

| Abstammung | Gelbrost[1] | Braunrost[1] | Backqualität | | | Winterfestigkeit[2] | Ertrag rel. zu Heine IV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Feuchtkleber | Quellzahl | Testzahl | | |
| $3413_{38}$ DC 2303 × Kronen | R | a | 25,0 | 26 | 28 | 0/1 (2—) | 73,1 |
| $1140_{37}$ DC 2303 × Kronen | R | A | 27,7 | 16,5 | 33 | 1/2 (3) | 80,6 |
| $3896_{38}$ DC 2303 × Kronen | R | r | 36 | 23 | 38 | 1 | 87,1 |
| $3411_{38}$ DC 2303 × Kronen | R | A | 28 | 26 | 77 | 1 | 72.9 |
| $3908_{38}$ DC 2303 × Kronen | R | r | 30,7 | 26 | 52 | 1 | 81,9 |
| $3301_{38}$ DC 2303 × Kronen | Rr | r | 35,4 | 21 | 62,5 | 0 1 | 83,4 |
| $3501_{38}$ DC 2303 × Heine IV | R | r | 28,4 | 11,5 | 21,5 | 2 | 81,9 |
| $3183_{38}$ DC 2303 × Carsten V | R | A | 32,4 | 11,5 | 57 | 1 | 73,4 |

[1]) R resistent, Befallstypus (33) 0 – 0/1, r resistent, Befallstypus 1—1/2, a anfällig, Befallstypus 2—2/3, A anfällig, Befallstypus 3 und mehr. Stehen 2 Buchstaben nebeneinander, so ist Sortenverhalten einzelnen Rassen gegenüber verschieden oder bei Feldbonitierungen unterschiedlich in den einzelnen Jahren.

[2]) Bonitierung: 0 = sehr gut, 5 = sehr schlecht.

Wie aus der Tabelle ersichtlich, ist die Ertragsleistung dieser Stämme noch nicht ausreichend, sondern erst nach weiterer Einkreuzung mit Ertragseltern werden Kombinationen von bestem Ertrag mit den erwähnten anderen positiven Eigenschaften zu erwarten sein. Bei den Thatcher-Einkreuzungen mit Sommerweizen ergab die Kombination Thatcher × 4453/31 die meisten brauchbaren Formen, obwohl auch alle diese in der Ertragsleistung noch nicht ausreichen. Der bisher beste Stamm ist 7666/37, der neben vollkommener Resistenz gegen alle verwendeten Rassen gleichzeitig noch Flugbrandresistenz und hohe Auswuchsfestigkeit besitzt, zugleich mit guter B-Qualität (Gütezahl rund 4200) und einen relativen Ertrag von 94,3 erbrachte, wobei Peragis als Vergleichssorte gilt. Es ist zu erwarten, daß alle diese Einkreuzungen auch schwarzrostresistente Formen liefern, was zur Zeit Isenbeck in Admont/Steiermark prüft. Trifft die Erwartung zu[1]), so liegt ein Beispiel dafür vor, daß, infolge der Benutzung eines Elters, der besonders vielseitig in seinen

[1]) Zusatz bei der Korrektur: Die einjährigen Feldbonitierungen 1941 durch Lasser in Admont bestätigen diese Erwartungen, insofern von 11 Stämmen aus Thatcher-Kreuzungen 3 Stämme praktisch ohne Schwarzrostbefall blieben.

positiven physiologischen Eigenschaften ist, Kreuzungsmaterial der einen Zuchtstätte auch gleichzeitig für andersartige Probleme völlig abweichender Klimalagen nutzbar gemacht werden kann [St. Paul (Minnesota) → Halle → Admont (Steiermark)], denn die dem Hallenser Material innewohnende Schwarzrostresistenz wird in Nord- und Mitteldeutschland nicht gebraucht.

**Braunrost** tritt in Mitteldeutschland etwa 2—3 Wochen später als Gelbrost auf; die Schädigungen sind im Durchschnitt der Jahre geringer als durch Gelbrost. Jedoch sind sie in einzelnen Jahren sehr erheblich, wie 1932 und 1937. In dem Kontinentalklima Europas ist diese Rostart gefährlicher als der Gelbrost. Seine bisher erkannte Spezialisierung (10, 11, 12, 37, 38) in über 100 physiologische Rassen auf dem amerikanischen Testsortiment gibt noch nicht die volle Mannigfaltigkeit wieder, eine Verbreiterung des Testsortiments steigert die Zahl der Rassen zweifellos weiter (12). Eine Zusammenfassung der Rassen in Gruppen ist möglich. Wir arbeiten auf Grund ihrer Häufigkeit innerhalb der deutschen Grenzen mit den Rassen 11, 13, 14, 15, 20 und 42. Neuerdings erhält nach Hassebrauk (11) die Rasse 16 Bedeutung. Bei der großen Zahl der Rassen, die auftreten und der im Verhältnis hierzu geringen Zahl von Rassen, mit denen infiziert werden kann, haben wir in unseren Arbeiten das Hauptaugenmerk zunächst auf die Feldresistenz gelenkt in der Erwartung, daß ähnlich wie bei Schwarzrost die Feldresistenz eine Abwehr gegen möglichst viele Rassen gewährleistet. Die Forderung der Keimlingsresistenz ist bei Braunrost weniger wichtig, da der Braunrost auf Jugendpflanzen wohl vorhanden ist, sich aber wegen der um diesen Zeitpunkt der Entwicklung herrschenden niedrigen Temperatur wenig verbreitet. Da unter den deutschen Kultursorten nicht eine resistente Sorte zu finden ist, wurden viele Landsorten geprüft, die aber ebenfalls keine Resistenz aufwiesen.

Infolgedessen mußten ausländische Sortimente herangezogen werden. Der argentinische Weizen 38 MA wurde von Rudorf (35) und von Gassner (9) in Argentinien als feldresistent erkannt; in unseren Versuchen unter deutschen Verhältnissen wurde dies bestätigt. Allerdings schwankt der Eintritt der Resistenz auch bei künstlicher Feldinfektion im Zusammenhang mit den Umweltbedingungen der Jahre, wie überhaupt die Feldresistenz in Abhängigkeit von dem Entwicklungszustand der Wirtspflanze mehr oder weniger starken Schwankungen unterworfen ist. Ein weiterer wertvoller Elter ist die argentinische Sorte Sin Rival, die ebenfalls von Rudorf (35) in Argentinien als feldresistent erkannt worden war und in Halle in 4 Jahren, darunter auch 1937, einem Jahr mit besonders starker Braunrostverbreitung, stets frei von Braunrost geblieben ist. Dasselbe gilt von dem chinesischen Weizen 466, der auch von Rudorf in Argentinien untersucht worden ist (35).

Unter den kanadischen Sorten wurden Marquis und Reward als feldresistent erkannt, während sie in Kanada und USA. als mittelanfällig gelten.

Unter den nordamerikanischen Zuchtsorten (4) erweist sich Hope als wertvoll. Trotzdem er eigentlich auf Schwarzrostresistenz gezüchtet wurde, bewährte er sich gleichzeitig bei Stakman (40) in USA. und bei Rudorf in Argentinien in seiner Braunrostresistenz (35); auf dem Versuchsfeld in Halle zeigte er bei vierjähriger künstlicher Feldinfektion wohl in dem Jugendstadium wenige Pusteln, jedoch vom Ährenschieben ab bleibt er praktisch frei von Rost, so daß eine schädliche Verbreitung nicht statthaben kann. Hope wurde aus

einer Kreuzung Marquis × Yaroslaw Emmer durch M c. F a d d e n gezüchtet (21), wobei die Resistenz des 14chromosomigen Weizens mit dem *vulgare*-Typ kombiniert wurde. Hope vereinigt außerdem mit der Braunrostfeldresistenz solche gegen Flugbrand und Schwarzrost und begrenzte Mehltauresistenz mit hoher Backqualität. Jedoch sind Hope selbst und seine Kreuzungsnachkommen sehr anfällig für *black chaff (Bacterium translucens)*. Die Ertragsleistungen sind ganz ungenügend, so daß ebenso wie bei Einkreuzungen mit Primitivsorten mehrfache Rückkreuzung nötig ist; gleiches gilt für den unbegrannten Schwesternstamm H 44.

Man sieht hieraus, daß die von T s c h e r m a k (43) schon frühzeitig vorgenommene Artkreuzung *vulgare* × *durum* zwar ertragsschwache, aber gegen mehrere Krankheiten resistente neue *Vulgare*-Formen liefern kann, die dann als resistentes Ausgangsmaterial für weitere Kreuzungen Verwendung finden können. Dies wird erhärtet durch die Arbeiten von H a y e s (13, 14), der Marquillo und aus diesem Thatcher = DC 2303, von M c. F a d d e n (21), der Hope, und von W a l d r o n (44), der Ceres jeweils aus Kreuzung von *vulgare* × *durum* als Schwarzrost-resistente Neuzüchtung gezüchtet hat.

Der Wert von Hope und H 44 als Ausgangsmaterial für die Resistenzzüchtung ist auch dadurch erwiesen, daß diese Sorten in USA. vielfach erneut eingekreuzt worden sind. Hieraus sind bereits Zuchtstämme hervorgegangen, die uns freundlicherweise von dem Agriculture Department in Washington durch Vermittlung von S t a k m a n überlassen wurden. Dies sind Auslesen aus Ceres × (Hope × Florence) und aus H 44 × Thatcher, beides Kreuzungen mit einem Partner, der auch seinerseits noch einmal einen *Durum*-Elter enthält, und zwar Ceres, entstanden aus Marquis × Kota (eine Auslese aus Monad, einem russischen *Durum*-Weizen), und Thatcher, dessen Abstammung schon oben erwähnt ist. Ihr Vorteil liegt in der Kombination von hoher Backfähigkeit, Flugbrandresistenz, Braun-, Schwarz- und Gelbrostresistenz bei besserer Ertragsleistung als Hope, wobei die Braunrostresistenz sich schon teilweise im Keimlingsstadium zeigt. Außerdem sind sie ausgesprochen früh, Schoßdatum rund 14 Tage früher als Peragis und gleichzeitig reifend mit frühesten Winterweizenstämmen aus Marquiskreuzungen.

Gleichzeitig liegen auch in der Hallenser Pflanzenzuchtstation Zuchtstämme vor aus der Kreuzung Hope × 4453/31 (siehe Flugbrand), die Braunrostresistenz, Backqualität und zum Teil auch Gelbrostresistenz vereinen, aber — obgleich besser als Hope — immer noch ungenügend im Ertrag und in der Ährenausbildung sind und nur als Eltern für weitere Kreuzungen in Frage kommen.

Als K e i m l i n g s resistente konnten nur w e n i g e *Vulgare*-Weizen ermittelt werden, und zwar zeichneten sich durch Resistenz gegen viele Rassen der italienische Winterweizen Ardito von S t r a m p e l l i und der französische Wechselweizen Aurore aus, doch zeigten sie sich später anderen Rassen im Keimlingsstadium gegenüber anfällig, erwiesen sich aber im Laufe der Jahre 1937—1940 bei Feldbeobachtungen auf dem Versuchsfeld und auch an anderen Stationen in Deutschland und Frankreich als praktisch resistent. Da beide in ihrer Winterfestigkeit nicht genügen, wurden diese Sorten in Hallenser Sommerweizenzuchtstämme eingekreuzt. Die daraus gezüchteten Stämme sind zwar braunrostresistent, aber als Sorten nicht zu gebrauchen, da ihre Backqualität den Squareheadweizen entspricht, also schlecht ist. Sie können daher nur für erneute Einkreuzung Verwendung finden: z. B. Stamm 3994/39 = Aurore × 3599/30 = (Marquis

× Peragis) und Stamm 5536/38 = Ardito × 4185/31 = (Heines Kolben × Peragis), der gleichzeitig von Ardito auch noch Feldresistenz gegen Mehltau besitzt, aber empfindlich gegen „*black chaff*" ist. Ebenfalls erwiesen sich einzelne Zuchtnummern (*vulgare*), die Rudorf aus Argentinien mitgebracht hat, bei Gewächshausinfektion mit verschiedenen Rassen resistent.

Weit mehr resistente Typen findet man in der *Durum*-Reihe; alle diese Sorten haben zugleich mit der Braunrostresistenz auch weitgehende Flugbrandresistenz gegen alle 3 bis jetzt bekannten Rassen vereinigt.

Es sind dies:

3 russische Weizen: Velvet Don, Arnaut, Kubanka;
1 italienischer Weizen: Madonna;
3 spanische Weizen: Nr. 9, 11, 13, wovon Nr. 11 nicht ganz so flugbrandresistent ist;
3 türkische Weizen: Nr. 3, 14, 1391;
3 amerikanische Weizen: Pentad, Monad, Acme

und eine ganze Anzahl von *monococcum*-Typen.

Es ist aber fraglich, ob man auf diese Formen bei der Resistenzzüchtung zurückgreifen und sich der Schwierigkeit, 14 × 21chromosomige Weizen zu kreuzen, unterwerfen soll, da wir in den amerikanischen Zuchtstämmen (s. S. 315) *Vulgare*-Material zur Verfügung haben, das die gewünschten Eigenschaften des *Durum*-Elters schon enthält, und zwar gleichzeitig vereint mit noch anderen Werteigenschaften wie Backqualität, Gelbrostresistenz und Frühreife.

**Mehltau** hat in den letzten Jahren bei Winterweizen zugenommen. Es mag sein, daß diese feuchten Jahre besonders günstig für die Entwicklung des Mehltaus gewesen sind. Es kann aber auch sein, 1. daß eine Dauererscheinung vorliegt, indem der Hackfrucht (Rüben oder Kartoffeln) die vor Weizen steht, höhere Stickstoffgaben gegeben werden, die sich in einer üppigen Jugendentwicklung der folgenden Herbstsaaten auswirken, oder 2. daß die Weizen zu üppig werden, weil im Herbst die N-Düngung im ganzen gegeben wird, um Arbeit zu sparen. Ist der starke Mehltaubefall des Weizens der letzten Jahre nicht durch die Witterung bedingt, so ist nur durch Bereitstellung mehltauresistenter Weizensorten dem entgegen zu arbeiten (22).

Der Mehltau des Weizens bereitet durch weitgehende Spezialisierung (27, 34) in sehr viele physiologische Rassen große Schwierigkeiten. Diese bilden eine kontinuierliche Reihe feiner und feinster Abstufungen (23, 27, 34). Die Trennung und Getrennthaltung von Gruppen ist infolge der sehr viel größeren Vermischungsgefahr der einzelnen Rassen ungleich schwieriger als bei Rost. Das von uns benutzte Testsortiment umfaßt 16 Sorten (27); zur scharfen Erkennung der vollen Mannigfaltigkeit der Rassen wäre ein größeres Testsortiment nötig. Es kommt hinzu, daß unter 800 Weizensorten sehr wenige mehltauwiderstandsfähige Sorten zu finden waren, die als Kreuzungseltern benutzt werden könnten. Es liegen bis zu 6jährige Feldbonitierungen vor und für den größten Teil dieses Materials auch Gewächshausinfektionen mit 2 Hauptrassengruppen A und B.

An Landsorten haben wir 30 schwedische (Sommerweizen) aus der Gegend von Stockholm, Kuntby, Bruma, Vestergötland, 14 finnische Sorten (teilweise Zuchtsorten), 40 estnische Sorten, 12 russische Sorten, 6 ungarische, 34 deutsche Primitivsorten, 10 ostmärkische Landsorten von E. Mayr geprüft. In den Gewächshausprüfungen auf Keimlingsresistenz sind sie alle hochanfällig gewesen, dagegen erwiesen sich folgende Sorten

nach der Feldbonitierung als deutlich weniger von Mehltau befallen: 2 russische Sorten 109 und 110, 2 estnische Sorten 227, 589, Finnland Os 08409, Schweden 249, Ungarn Ozorai.

Um volle Keimlingsresistenz zu erreichen, ist die Einkreuzung von tetraploiden Weizen, nämlich von Griechischer Nr. 3 *(durum)* oder Schwarzer Persischer *(persicum)* nicht zu umgehen.

Will man auf totale Resistenz verzichten und vorerst nur einen Teilerfolg anstreben, so empfiehlt sich für europäische Verhältnisse am ehesten die Nutzung des französischen *Vulgare*-Weizens Normandie von Vilmorin, der zwar von einer bisher selten gefundenen Rasse befallen wird, aber bei Keimlingsinfektion gegenüber den allermeisten Rassen nur Punktinfektion bzw. chlorotische Flecken zeigt, bzw. infolge Ausbildung sehr geringer Sporenmengen keine Epidemien aufkommen läßt. Außerdem wird er mit Gelbrost nur von den Rassen 9, 1 und 54 befallen; auch gegen die meisten Braunrostrassen hat er sich als resistent erwiesen. Ungenügende Standfestigkeit und Begrannung des Normandie sollten vor der Benutzung als Kreuzungselter nicht abschrecken. — Die beiden in USA. benutzten *Vulgare*-Weizen: Illinois 1 Selektion 47 und Dixon C. I. 6295 werden von einigen deutschen Herkünften mit Typ 4 befallen (27), so daß sie für europäische Bedingungen nicht den gleichen Wert als Kreuzungselter haben wie in USA. Hierbei ist bemerkenswert, daß Dixon die Resistenz monomer dominant vererbt (27). Ferner kann die amerikanische Sorte Hope in Frage kommen, jedoch ist ihre sehr geringe Ertragsleistung und hohe Anfälligkeit für „black chaff" *(Bact. translucens)* nachteilig. In den Hopekreuzungen treten zahlreiche sterile Blüten auf. Das Ziel ist in dem ersten Kreuzungsgang nicht zu erreichen.

All diese Weizen sind allerdings Sommerweizen. Das Problem liegt aber in der Schaffung mehltauresistenter Winterweizen. Daher hatten wir Hoffnung gehegt, als wir in dem Sammlungsmaterial der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935 einige Winterweizen (Nr. 164, 165, 176) mit beachtlicher Mehltauresistenz fanden; begreiflicherweise in Nummern, die mehltauanfällige und -resistente Pflanzen nebeneinander enthielten. Die Resistenz war im Gewächshaus als Keimlingsresistenz erkannt und berechtigte daher zu der Hoffnung, wertvolle Kreuzungseltern für die Winterweizenzüchtung gefunden zu haben. Jedoch erwiesen sie sich völlig ungenügend in der Winterfestigkeit. Daher können ebensogut die langjährig geprüften mehltauresistenten Sommerweizensorten in Winterweizen eingekreuzt werden. Allerdings ist nur die Einkreuzung von Normandie eine *vulgare* × *vulgare*-Kreuzung, die anderen sind Artkreuzungen von *vulgare* × *durum*. Die Einkreuzung von Sommer- in Winterweizen kann winterfeste Neukombinationen ergeben, wenn eine genügende Anzahl von $F_3$- und $F_4$-Generationsbeeten unter Bedingungen, die die erblichen Unterschiede in der Kältewiderstandsfähigkeit herausarbeiten, angelegt werden. Dies beweisen unsere Kreuzungen von Marquis Sommerweizen mit schwedischen oder deutschen Winterweizen, die auf eine Kombination der hohen Qualität kanadischer Sorten mit der Winterfestigkeit qualitativ unzureichender Winterweizen abzielen.

**Flugbrand** ist in Deutschland bisher im Sommerweizen stärker als im Winterweizen verbreitet, jedoch mehrt er sich neuerdings auch in einzelnen Winterweizensorten. In Holland tritt er besonders stark in dem französischen Winterweizen Vilmorin 27 auf, so daß 1935 beispielsweise 83 % der Vermehrungsflächen aberkannt wurden. Es sind 4 physiologische Rassen bekannt, die im Gegensatz zum Steinbrand im Laufe der

Jahre ihren sortentypischen Befall nicht verändern. Rasse 1 und Rasse 2 sind die wichtigsten. Rasse 3 ist zwar sehr aggressiv, aber bisher nur vereinzelt in Deutschland aufgetreten; jedoch kann sie in Zukunft einmal zu einer Gefahr werden. Mit Rasse 4 wurde nicht infiziert, da sie schwach aggressiv ist, vorwiegend *durum*-Weizen befällt und uns nur aus der Türkei bekannt ist. Durch die Freundlichkeit der Landesbauernschaften und mehrerer Saatzuchtleiter wurde uns in den einzelnen Jahren aus den verschiedenen Gegenden und Sorten Deutschlands Flugbrand zugesandt, der bei mehrjähriger Prüfung stets als Rasse 1 oder 2 erkannt wurde. Es genügt daher vorerst, Sorten mit Resistenz gegen Rasse 1 und 2 zu schaffen. Die Sommerweizensorte Peragis ist resistent gegen Rasse 1, anfällig für Rasse 2, die Sorte Hohenheimer 25 f ist umgekehrt anfällig für Rasse 1 und resistent gegen Rasse 2. Aus der Kreuzung dieser beiden Sorten wurde ein Zuchtstamm 3890/30 entwickelt, der in vielen Jahren gegen beide Rassen widerstandsfähig gewesen ist. Aus dem deutschen Sortiment sind ferner resistent: Heines Kolben Sommerweizen gegen Rasse 1, Roter Schlanstedter, Janetzkis früher Sommerweizen und Svalöfs Extrakolben gegen Rasse 2. Diese können ebenfalls als Kreuzungseltern benutzt werden, um durch systematische Kombinationszüchtung die Resistenz gegen beide Rassen in einer Sorte zu vereinigen. Um aber vorsorgend Resistenz auch gegen die sehr aggressive Rasse 3 zu erreichen, wurde und wird unser gesamtes Material auch mit dieser Rasse fortlaufend infiziert. Diese Arbeit führte zu dem überraschenden Ergebnis, daß aus der erwähnten Kreuzung Peragis × Hohenheimer 25 f Stämme isoliert werden konnten, die sich gegen alle 3 Rassen widerstandsfähig erwiesen; allerdings zeigen sie neben völligem Fehlen von Flugbrand der Rasse 1 und 2 einige wenige befallene Ähren bei Infektion mit der Flugbrandrasse 3. Das Ausmaß des Befalls nach künstlicher Infektion bleibt aber unter 3 %, so daß bei natürlicher Infektion, die immer viel schwächer ist, der Feldbestand frei bleibt. Es liegen also Transgressionen vor, eine Erscheinung, die auch bei anderen Kreuzungen beobachtet werden kann, z. B. in der Kreuzung Heines Kolben × R 1004, nämlich die Stämme 4455/31 und 4456/31. Sie vereinigen volle Resistenz gegen alle 3 Rassen mit Standfestigkeit und gutem Ertrag. Diese sind somit ein geeignetes Ausgangsmaterial für die Schaffung weiterer wertvoller Kombinationen in erster Linie zur Einkreuzung in Qualitätssorten, weil sie selbst keine Backqualität besitzen.

Ähnliche Transgressionen wurden aus weiteren Kreuzungen mit der amerikanischen Sorte Marquis erzielt. Marquis bringt bei mehrjähriger Prüfung mit allen Rassen kein einheitliches Befallsbild. Es muß sich hier ähnlich wie bei Garnet (s. S. 311) um ein Gemisch von Biotypen handeln, die sich gegen *Ustilago* verschieden verhalten. Vor allem zeigt Marquis nur geringe oder gar keine Resistenz gegen Rasse 3. Trotzdem konnten aus folgenden Kreuzungen: 1. [Peragis × Hohenheimer 25 f] × Marquis oder 2. [Marquis × 655/19 (Peragis-Mutterstamm)] × Marquis Stämme ausgelesen werden, die dank des Einflusses von Marquis eine gute Backqualität besitzen, jedoch noch nicht in ihrer Ertragsleistung befriedigen. Als wertvolle Eigenschaft besitzen sie infolge von Transgression Resistenz gegen alle 3 Flugbrandrassen. Diese Stämme werden sich daher, im Gegensatz zu den vorher genannten Zuchtstämmen, zur Einkreuzung in ertragreiche, jedoch qualitativ nicht befriedigende Zuchtsorten eignen.

Die Resistenz dieser Zuchtergebnisse gegen Rasse 1 und 2 kann als Erfolg einer bewußten Kombinationszüchtung bezeichnet werden, während

die gleichzeitig erreichte hohe Widerstandsfähigkeit gegen die gefährliche Rasse 3 ein Glückszufall ist und infolgedessen nicht so gesichert erscheint wie die Resistenz des später genannten amerikanischen Ausgangsmaterials. Trotzdem können und werden natürlich die genannten Stämme als Ausgangsmaterial für weitere Einkreuzung benutzt werden, zumal wenn es sich um die Erzeugung von Intensivsorten für west- und nordeuropäische Verhältnisse handelt.

Es ist interessant, daß gleichzeitig dasselbe Ziel auf ganz anderem Wege erreicht wurde in dem Material, das in Amerika durch Kreuzung von *Durum*- in *Vulgare*-Weizen gewonnen wurde. Es war lange bekannt, daß zahlreiche *Durum*-Varietäten Resistenz gegen verschiedene Blatt- und Ährenkrankheiten besitzen. Daher wurden sie von amerikanischen Züchtern nicht nur im Rahmen der Rostresistenzzüchtung, sondern auch für die Schaffung von brandresistenten Neuzüchtungen eingesetzt. Daß viele *Durum*-Varietäten resistent gegen alle 3 Rassen von *Ustilago tritici* sind, wurde auch in unseren langjährigen Prüfungen einwandfrei beobachtet, z. B. bei fünfjähriger Prüfung: Spanischer Weizen Nr. 9, Kuban-Schwarz, Arnaut und manche andere. Die in dem Abschnitt Braunrost bereits erwähnten amerikanischen *Vulgare*-Sorten Hope, H 44, Thatcher (Nachkommen aus *vulgare* × *durum*) haben in weiterer *vulgare*-Einkreuzung in Amerika Zuchtlinien geliefert, die die vielseitige Resistenz des *Durum*-Elters und darunter auch volle Resistenz gegen alle 3 *Ustilago*-Rassen gemäß vierjähriger Prüfung in Halle besitzen. Sie sind sicherlich vom Standpunkt der Resistenzzüchtung gesehen das wertvollste Ausgangsmaterial nicht nur für Rost-, sondern auch für Flugbrandresistenzzüchtung, da sie Gelb-, Braun- und Schwarzrostresistenz mit guter Backqualität vereinigen. Sie bieten als *Vulgare*-Varietäten (42 Chromosomen) nicht die bekannten Schwierigkeiten der Artkreuzung. Ihr Nachteil liegt in ihrem Charakter als begrannte bzw. unbegrannte Extensivformen mit schwachem Halm, losem Spelzenschluß und geringer Leistung. Aber die Benutzung dieser *Vulgare*-Formen macht die Einkreuzung von *Durum*-Formen nicht mehr nötig; darin liegt ihr beachtlicher Wert als Ausgangsmaterial.

Unter japanischen, indischen, südamerikanischen *Vulgare*-Nummern besitzen mehrere Nummern Resistenz gegen die Rasse 1 (vorwiegend japanische) oder gegen Rasse 2 (vorwiegend indische, südamerikanische), aber auch sie werden nicht mehr gebraucht, da die oben genannten deutschen und amerikanischen Zuchtstämme ein weit geeigneteres Ausgangsmaterial darstellen. So zeigt dieses Beispiel deutlich, wie mit den Fortschritten der Resistenzzüchtung auf die Nutzung ungezüchteter Primitivformen gleicher Art und auf andere Arten verzichtet werden kann und wie die Fortentwicklung dem auf S. 315 Gesagten entspricht.

**Steinbrand.** Die Züchtung steinbrandresistenter Winterweizensorten (weniger wichtig für Sommerweizen) würde zweifellos für die Praxis und für die Minderung der Ertragsdrückung durch pilzliche Krankheiten Bedeutung besitzen. Unter den alten deutschen Winterweizensorten galten Hohenheimer Dickkopf 77, Heils Dickkopf, Fürst Hatzfeld und Tubeuf als steinbrandresistente Sorten. Jedoch erwiesen unsere systematischen Infektionsarbeiten mit verschiedenen Herkünften des Steinbrandes, daß auch diese Sorten von bestimmten Herkünften des Krankheitserregers zuerst schwach und bei Fortsetzung der Infektionen jeweils mit Sporenmaterial, das auf der gleichen Sorte gewachsen war, stark befallen wurden. Langjährige Auslese aus Kreuzungen mit Tubeuf und Heils Dickkopf

Die Resistenz- und Leistungseigenschaften sowie Vegetations-
Sommer-

| Sorte | Gelbrost[1]) | Braunrost[1]) | Mehltau[1]) | Flugbrand[2]) | Qualität |
|---|---|---|---|---|---|
| Hope | RA | Rr | ra | RRr | A |
| Ceres × (Hope × Florence) | Ra | R | A | R | A |
| DC 2303 II—21—7 × $H_{44}$—28—51 | — | — | Aa | R | A |
| $H_{44}$ × Thatcher II—29—76 | R | r | A | R | A |
| $H_{44}$ × Thatcher II—29—62 | R | Rr | Aa | R | A |
| Griechischer Weizen 3 | ra | r | R | Rrr | B |
| Normandie | Ra | R | Ra | Aa | C/B |
| Ardito (Wechs.-Weizen) | rA | R | ra | A | C/B |
| Aurore | rA | Rr | ra | A | B |
| Thatcher | R | ra | A | r | A |
| Marquis | ra | r | A | a | A |
| $H_{44}$ | RA | Rr | A | a | A |
| Svalöfs Extra Kolben | Rr | r | A | aRa | B |
| Chinese 466 | a*) | Rr | ra | raR | B |
| Velvet Don | a*) | R | ra | R | A/B |
| Spanischer Weizen 11 | a*) | R | RA | rR | B |
| Spanischer Weizen 13 | a*) | R | RA | R | B |
| Arnaut | a*) | R | aA | Rrr | C |
| Kubanka | a*) | R | aA | R | C/B |
| Türkischer Weizen 3 | r | R | A | Rr | C |
| Türkischer Weizen 14 | r | R | A | rRA | C |
| Türkischer Weizen 1391 | a*) | R | A | Rr | C |
| Madonna | a*) | R | A | raa | C |
| Spanischer Weizen 9 | r | R | a | R | B |
| Reward | A | Ra | A | A | A |
| Sin Rival | a*) | R | A | A | A |
| Spelz a. Tzaribrod | R | A | a | A | B |
| Heines Kolben | RA | A | aA | RAA | B |
| Roter Sommer Kolben (Spelz) | R | A | ra | AAa | C |
| Rouge prolif. barbu | RA | A | A | RRA | B/C |
| v. Rümkers Sommer Dickkopf | RA | A | ra | A | C |
| Saumur | Ra | A | Aa | Aa | B |
| Garnet | R | a | A | a | A |
| $1014_{27}$ | RA | A | ra | aRA | C/B |
| Schwarzer Persischer | — | ar | R | a | A |
| Illinois | — | ra | AR | — | B |
| Dixon | a | A | AR | rAA | C/B |
| Rimpaus rot. Schlanstedter | A | ra | A | ARA | C/B |
| Hohenheimer 25 f | A | A | A | ARA | C/B |
| Peragis | A | A | A | RAA | — |

[1]) Zeichenerklärung für Blattkrankheiten: R resistent, Befallstypus (33) 0—0/1, typus 3 und mehr. Stehen 2 Buchstaben nebeneinander, so ist Sortenverhalten einzelnen Jahren.

[2]) Zeichenerklärung für Ährenkrankheiten: R Krankheitsbefall bis 3 %, r Krank- brand: stehen 3 Buchstaben nebeneinander, so bezieht sich 1. Buchstabe auf Rasse I, 2. auf

[3]) Bonitierung: 0 = sehr gut, 5 = sehr schlecht.

*) Diese Sorten zeigten bei Gewächshausinfektion Typ 4, erwiesen sich aber bei mehr-

beobachtungen der im Text aufgeführten Weizensorten
weizen

| Lager *) | Schossen in Tagen früher als Peragis | später als Peragis | Begrannt | Unbegrannt | 2n Chromosomenzahl | Ertrag |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 12 | | + | | 42 | schlecht |
| 4 | 14 | | + | | 42 | schlecht |
| 4 | 14 | | + | | 42 | schlecht |
| 4 | 14 | | + | | 42 | schlecht |
| 5 | 14 | | | + | 42 | schlecht |
| 4/5 | 11 | | + | | 28 | schlecht |
| 4/5 | 7 | | + | | 42 | mittel |
| 3— | 4 | | + | | 42 | mittel—gut |
| 3/4 | 9 | | | + | 42 | mittel—gut |
| 3 | 13 | | | + | 42 | mittel |
| 3/4 | 10 | | | + | 42 | mittel |
| 2/3 | 10 | | | + | 42 | schlecht |
| 2/3 | 2 | | | + | 42 | mittel—gut |
| 5 | 10 | | | + | 42 | schlecht |
| 4 | 7 | | + | | 28 | mittel—schlecht |
| 5 | 7 | | + | | 28 | mittel—schlecht |
| 5 | 8 | | + | | 28 | mittel—schlecht |
| 4/5 | 9 | | + | | 28 | mittel—schlecht |
| 4/5 | 8 | | + | | 28 | mittel—schlecht |
| 5 | 10 | | + | | 42 | schlecht |
| 5 | 9 | | + | | 28 | schlecht |
| 5 | 10 | | + | | 28 | schlecht |
| 4/5 | 10 | | + | | 28 | mittel—schlecht |
| 4/5 | 7 | | + | | 28 | mittel—schlecht |
| 3 | 14 | | | + | 42 | schlecht |
| 3— | 11 | | + | | 42 | schlecht |
| 3/4 | 5 | | | + | 42 | schlecht |
| 3— | 3 | | | + | 42 | gut |
| 3/4 | 3 | | | + | 42 | schlecht |
| 4 | 3 | | + | | 42 | mittel |
| 3/4 | 7 | | | + | 42 | gut—sehr gut |
| 4 | 6 | | + | | 42 | mittel |
| 4 | 14 | | | + | 42 | mittel |
| 2 | | 1 | | + | 42 | gut |
| 4 | 4 | | + | | 28 | schlecht |
| 4/5 | 10 | | + | | 42 | schlecht |
| 5 | 10 | | + | | 42 | schlecht |
| 3+ | | 1 | | + | 42 | gut |
| 3 | 7 | | | + | 42 | mittel—gut |
| 2 | | | | + | 42 | sehr gut—gut |

r resistent, Befallstypus 1—1/2, a anfällig, Befallstypus 2—2/3, A anfällig, Befalls-
Rassen gegenüber verschieden oder bei Feldbonitierungen unterschiedlich in den einzelnen

heitsbefall bis 10%, a Krankheitsbefall bis 30%, A Krankheitsbefall über 30%, zu Flug-
Rasse II, 3. auf Rasse III.

jährigen Feldbeobachtungen in Halle praktisch gelbrostfrei.

Fortsetzung **Winter-**

| Sorte | Gelbrost[1]) | Braunrost[1]) | Mehltau[1]) | Steinbrand[2]) | Qualität |
|---|---|---|---|---|---|
| Chinese 165 . . . . . . . . . | Rr | A | A | A | C |
| Chinese 166 . . . . . . . . . | Rr | A | A | A | C |
| Ridit . . . . . . . . . . . | Ra | aA | A | Ra | B |
| | | | | | |
| Jenkin × Ridit . . . . . . . | ra | Ar | A | R | A |
| Hohenheimer 77 . . . . . . | ra | aA | A | r | C |
| Turkey × Hohenheimer 77 . . . | A | A | A | Rr | A |
| Hussar × Hohenheimer 77 . . . | ra | A | A | Rr | C |
| Oro . . . . . . . . . . . . | ra | ra | A | R | A |
| Oro × (Turkey × Florence) . . . | A | a | A | R | A |
| Martin . . . . . . . . . . . | A | Ar | A | R | A |
| Minturky (Min. 1507) . . . . . | a | A | A | Rr | A |
| Heils Dickkopf . . . . . . . | A | A | Aa | rA | C |
| Tubeuf . . . . . . . . . . . | A | A | A | rA | C |
| Fürst Hatzfeld . . . . . . . | A | A | A | ra | C |
| Ozorai . . . . . . . . . . . | a | ra | Aa | — | B |
| | | | | | |
| Strubes Squarehead . . . . . | A | A | A | A | C |
| Strubes Krzg. 56 . . . . . . | A | A | A | A | C |
| General v. Stocken . . . . . . | A | A | A | A | C |
| Svalöfs Kronen . . . . . . . | r | A | a | A | C |
| Svalöfs Panzer III . . . . . . | r(a) | A | Aa | A | C |
| Carsten V . . . . . . . . . | Ar | A | A | A | C |
| Heine IV . . . . . . . . . . | r | aA | a | A | C |
| $42_{86}$ (aus Kirsches Stahl) . . . | A | A | A | A | C—B |

Fußnoten 1—3 siehe vorige Seite.

nach Korn- und Bodeninfektion in Weihenstephan ergab zunächst weitgehend resistente Stämme, die aber trotz wiederholter Rückkreuzung mit Ertragssorten in der Leistung nicht voll genügten. Nach Hereinnahme und mehrjähriger Verwendung fremder und besonders aggressiver Steinbrandrassen (besonders aus Cosel-Oberschlesien) von Halle nahm der Befall der zuvor ± resistenten Stämme wieder stark zu. Mangelnde Leistung und Unbeständigkeit der Resistenz veranlaßten uns zur Aufgabe dieser jahrzehntelangen Bestrebungen (49). Im Zuge unserer Arbeiten zeigte sich weiter, daß die Wirtssorte eine stark selektive Wirkung auf die einzelnen Steinbrandpopulationen ausübt (32) und daß vor allem mit einer Konstanz der *Tilletia*-Populationen nicht gerechnet werden kann, also statt Biotypen oder einzelnen physiologischen Rassen dauernd sich ändernde Gemische solcher erkannt werden können. Es tritt also im Vergleich zum Flugbrand eine erhebliche Schwierigkeit hinzu.

Frühzeitig wurde das Augenmerk auf steinbrandresistente Zuchtsorten aus USA. gelenkt, da in den sehr umfangreichen Sortimentsprüfungen keine voll resistenten Sorten gefunden werden konnten. Von den amerikanischen *tilletia*-resistenten Sorten erwiesen sich in Halle auch nur einige beachtlich widerstandsfähig, nämlich Oro C. I. 8220, Ährenauslese aus einem türkischen *Vulgare*-Weizen durch Woolman (4), Martin C. I. 1092 und Minturky (Minn.) 1507. Keiner von diesen ist völlig frei von Steinbrand, denn es treten immer einige teilweise kranke Pflanzen auf,

weizen

| Winterfestigkeit[3]) | Lager[3]) | Schossen in Tagen früher als Carsten V | später als Carsten V | Begrannt | Unbegrannt | 2n Chromosomenzahl | Ertrag |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3/4 | 4/5 | 16 | | + | | 42 | schlecht |
| 3/4 | 4/5 | 14 | | + | | 42 | schlecht |
| 1/2 | 4 | 8 | | | + | 42 | schlecht |
| 0/1 | 3 | 5 | | | + | 42 | schlecht |
| 3/4 | 1 | | | | + | 42 | mittel |
| 3 | 3 | 6 | | | + | 42 | schlecht |
| 3 | 3/4 | 5 | | + | | 42 | schlecht |
| 1 | 3/4 | 6 | | + | | 42 | mittel |
| 2— | 3 | 12 | | | + | 42 | schlecht |
| 1 | 3 | 4 | | | + | 42 | schlecht |
| 0/1 | 3 | 7 | | + | | 42 | schlecht |
| 4 | 1/2 | | 3 | | + | 42 | mittel |
| 1/2 | 2— | | 3 | | + | 42 | mittel |
| 3/4 | 2/3 | | 3 | | + | 42 | mittel |
| 3 | 3— | 10 | | + | | 42 | schlecht |
| 3/4 | 2/3 | | | | + | 42 | mittel—gut |
| 4/5 | 1 | 2 | | + | | 42 | mittel—gut |
| 1/2 | 2/3 | | 1 | | + | 42 | gut |
| 1/2 | 2 | | 6 | | + | 42 | gut |
| 1 | 0/1 | | 3 | | + | 42 | sehr gut |
| 3 | 3 | | | | + | 42 | sehr gut |
| 1 | 1 | | 1 | | + | 42 | sehr gut |
| 4 | 2/3 | 1 | | | + | 42 | mittel—gut |

bei denen mindestens in einigen Samenanlagen Steinbrandsporen gebildet werden, während die Hauptmenge der Samenanlagen der gleichen Ähren zur normalen Kornentwicklung gelangt. Bei der Bewertung dieses Befalls ist zu berücksichtigen, daß die von uns entwickelte Infektionsmethode mit Umpflanzung eine stark überhöhte Infektion ergibt (30).

Weder unter den 10 österreichischen Landsorten von E. Mayr, noch unter den zahlreichen Landsorten aus Schweden, Finnland, Japan, China, Griechenland, Spanien wurden steinbrandwiderstandsfähige Formen gefunden. Allein der spanische Weizen 9 *(durum)* zeigt eine beachtliche *Tilletia*-Resistenz mit 3,0 bzw. 5,4 %, während alle anderen Sorten 80—90 bis 98 % steinbranderkrankte Pflanzen aufweisen.

Die ersten Kreuzungen wurden mit Hohenheimer 77 bzw. Heils Dickkopf als guter Ertragssorte vorgenommen, haben jedoch keine wertvollen Winterweizenstämme ergeben. Infolgedessen griffen wir auf die Einkreuzung von Ridit C. I. 6703 zurück, nachdem dieser sich in mehrjährigen Prüfungen als wesentlich resistenter als die beiden genannten erwiesen hatte (29). Ridit wurde mit Svalöfs Panzer III und Kronen und mit einer Linie 44/26 aus Kirsches Stahlweizen gekreuzt, ferner mit einigen anderen deutschen Winterweizen, die jedoch nicht besonders genannt werden, weil diese keine brauchbaren Zuchtstämme erbrachten. Aus Ridit × Panzer III konnten Stämme entwickelt werden, die in mehrjähriger Prüfung nur Befall an Nachschossern zeigten, auch nach Infektion mit den besonders

aggressiven Steinbrandlinien, die jahrelang auf Ridit weiter gezogen worden waren. Ihre Ertragsleistung erreicht nicht vollständig die Leistungen der in Norddeutschland gebauten Spitzensorten, jedoch ist ihre Standfestigkeit und Winterhärte voll befriedigend. Ähnlich wertvolle Zuchtstämme sind aus den beiden Kreuzungen Ridit × Kronen und Ridit × 44/26 hervorgegangen. Sie haben eine etwas lockere Ähre, sind aber sehr stand- und sehr winterfest. Der Befall dieser Stämme mit Steinbrand ist ebenso gering wie auf der Ausgangssorte Ridit. Auch aus den anderen Kreuzungen von Ridit mit den nicht einzeln genannten deutschen Partnersorten konnten Linien mit gleicher Steinbrandresistenz wie Ridit entwickelt werden. Die Anpaarung des Ridit an diese deutschen Sorten erwies sich jedoch in bezug auf Standfestigkeit und Winterfestigkeit und Ertragsleistung weniger günstig als in den vorher genannten Kreuzungen. Jedoch kann Ridit als geignete Ausgangssorte für Resistenz bezeichnet werden.

Die intensiven Arbeiten zur Erzeugung *tilletia*-resistenter Neuzüchtungen (2, 3) in den Weststaaten der USA., in denen die Bodeninfektion durch *Tilletia* in dem System der Trockenfarmen eine besondere Rolle spielt, haben Zuchtstämme ergeben, die sowohl in amerikanischen als in unseren dreijährigen Infektionsprüfungen Transgressionen über die Widerstandsfähigkeit der erwähnten 3 Sorten Oro, Martin, Minturky hinaus aufweisen. Es sind insbesondere Oro × (Turkey × Florence), Jenkin × Ridit, Turkey × Hohenheimer 77, Hussar × Hohenheimer 77, Ridit × Hohenheimer 77, von denen die drei letzteren aus der Zusammenarbeit von Gaines, Pullman (Wash.) mit Halle (7) hervorgegangen sind. Hierbei hat Gaines angestrebt, die Resistenz der amerikanischen Sorten gegen amerikanische *Tilletia*-Herkünfte mit der Resistenz des Hohenheimer 77 gegen deutsche *Tilletia*-Herkünfte zu vereinigen. Es ist daher zu erwarten, daß diese jungen Stämme eine vielseitigere Resistenz vererben als Ridit. Der Wert der beiden Kreuzungen Oro × (Turkey × Florence), Jenkin × Ridit als Ausgangsmaterial wird dadurch unterstrichen, daß sie Frühreife mit hoher Winterfestigkeit und Backqualität vereinigen. Andererseits sind sie wie die meisten USA.-Weizen in unserem Sinn Extensivformen mit den bekannten Mängeln: ungenügende Standfestigkeit, lockere, begrannte Ähre mit lockerem Spelzenschluß.

Es sei aber zum Abschluß hervorgehoben, daß die Resistenz gegen Steinbrand auf die Dauer nicht sicher ist, weil die *Tilletia*-Populationen einem dauernden Wechsel unterworfen sind und sich rascher oder langsamer deutliche Veränderungen in der Aggressivität des Pilzes vollziehen können (32).

## Gerste

**Mehltau und Streifenkrankheit.** Seit der Wintergerstenbau wegen der höheren Erträge an Futtergerste auf Kosten des Sommergerstenbaues ausgedehnt wurde, ist eine deutliche Senkung der Hektarerträge auch der leistungsfähigsten Sommergersten zu bemerken. Die Erklärung liegt in der Überwinterung des Gerstenmehltaus auf den Wintergerstenfeldern, wodurch im zeitigen Frühjahr schon große Konidienmengen die jungen Sommersaaten infizieren (28). Die Bedeutung mehltauresistenter Gersten wurde von Honecker frühzeitig erkannt (17, 18). Er schuf die „Weihenstephaner mehltauresistente I“ (C. P. 127 422), aus

Criewener 403 × Pflugs Intensiv, die jedoch bei Verbreitung in der Praxis als gelbrostanfällig erkannt und darauf wieder zurückgezogen wurde. Diese Gerste ist gegen 2 von den 8 bisher bekannten Rassen des Gerstenmehltaus hochresistent, nämlich gegen Rasse 1 und 8. Die dalmatinische Landsorte, die Aufhammer aus Ragusa mitbrachte, ist gegen Rasse 1, 2, 6 und 7 hochresistent und die von Honecker benutzte Gopal C. I. 1091 aus USA. gegen alle 8 Rassen. Jedoch erwies sich in Weihenstephan, daß die Sorte Gopal ein ungünstiges Ausgangsmaterial ist. Auch dieses Beispiel zeigt, daß für die Wahl der Ausgangssorte nicht allein die Resistenzeigenschaften maßgebend sein dürfen, sondern ihre allgemeine genetische Veranlagung wichtig ist, die meist erst durch Kreuzungsversuche erkannt wird und nur selten aus Kreuzungen für andere Zuchtziele annähernd bekannt ist.

Nunmehr hat Honecker die „Weihenstephaner Mehltauresistente II" gezüchtet, die den Fehler der I nicht besitzt; sie ist vom Reichsnährstand als Hochzucht zugelassen, sie ist zweizeilig, rauh begrannt und weist noch keine Brauqualität auf. Junges Material mehltauresistenter Stämme von Honecker berechtigt aber zu der Hoffnung, daß standfeste Qualitätsgersten verschiedener Reifezeit in den folgenden Jahren zur Verfügung stehen werden. Sie alle sind resistent gegen die heute wichtigsten Rassen, jedoch besitzen sie keine totale Resistenz, d. h. auch gegen die heute nur als Nebenrassen vorhandenen Biotypen des Mehltaus, die sich auf neuen Sorten zu Hauptrassen entwickeln können.

Es ist noch erwähnenswert, daß Mehltauresistenz auch aus der zweizeiligen Wildgerste *Hordeum spontaneum nigrum* übernommen werden kann (16). Diese Form war zunächst gegenüber allen Rassen resistent. Ob die später von Honecker gefundene Rasse 6, die auch diese Gerste befällt, einmal gefährlich werden kann, bleibt abzuwarten. Mit der Einkreuzung einer Wildgerste in Kultursorten steigen allerdings die Schwierigkeiten, die schon bei der Einkreuzung von Primitivsorten bestehen, um ein Vielfaches. Es wird stets großer Anstrengungen bedürfen, um die vielen unerwünschten „Wildgene" durch Rückkreuzung und starke Verbreitung des Auslesematerials zu beseitigen. Daß aber auch in dieser Richtung Erfolge erzielt werden können, hat kürzlich Kappert (20) für die Tomatenzüchtung gezeigt.

Es ist bemerkenswert, daß in dem von der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935 (6, 46) gesammelten Gerstenmaterial viele Nummern gefunden wurden, die bei Infektion mit 5 Rassen hohe Resistenz (i- und 00-Typ) zeigten und 3 Nummern (3642, 3645, 3647 Org. D. H. E. 1935), die gegen alle Rassen sich völlig widerstandsfähig (i—00) erwiesen. Diese Nummern aus der indischen Versuchsstation Lyallpur sind wahrscheinlich selektionierte Linien. Sie verdienen ganz besonderes Interesse nicht nur wegen ihrer Totalresistenz gegen Mehltau, sondern auch wegen gleichzeitiger Resistenz gegen *Helminthosporium*, die Streifenkrankheit, die trotz der Möglichkeit, sie durch Saatgutbeizung zu bekämpfen, immer noch große Ausfälle bedingt. Diese Typen sind vielzeilig, bespelzt, grob rauhgrannig und besitzen elastischen Halm und Spindelglieder von mehr als 2,5 mm, aber kurze Ähren und geringe Stufenzahl (6). Sie weisen somit die Merkmale von Primitivsorten auf. Von den 62 zweizeiligen Nummern der D. H. E. war keine einzige gegen Mehltau und nur eine (Nr. 559) gegen Streifenkrankheit resistent.

Zweckmäßigerweise werden als Ausgangsmaterial Formen benutzt, die die Resistenz gegen beide Blattkrankheiten (Mehltau und Streifenkrankheit) vereinigen. Es ist kein Zweifel, daß die Doppelresistenz der genannten Hindukuschnummern durch Einkreuzung in zweizeilige Neukombinationen eingebracht werden kann. Die Schwierigkeit liegt in der Prüfung der Aufspaltungen auf Verhalten gegen die Streifenkrankheit, weil die Methode der Infektion, der Umwelteinfluß und die Spezialisierung von *Helminthosporium* trotz aller Bemühungen noch nicht so genügend geklärt sind, daß sicher richtige Beurteilung umfangreicher Aufspaltungsreihen möglich ist.

Um streifenkrankheitsfreie Sommergersten zu erzielen, erweisen sich japanische Sorten als wertvoll. Unter 24 japanischen Sommergersten *(inäquale)* sind nur 3 Nummern, die in 4—6jähriger künstlicher Infektion bis zu 2,5 % streifenkranke Pflanzen zeigten, alle anderen Nummern blieben frei von dieser Krankheit. So hat die japanische Sorte 12 (Torano), die in 7 Jahren niemals streifenkranke Pflanzen zeigte, mit Heils Franken gekreuzt sehr standfeste, zum Teil besonders frühe *distichum*-Typen geliefert, die bisher niemals nach künstlicher Infektion streifenkranke Pflanzen zeigten. Hierbei ist allerdings zu bedenken, daß die Methoden der Infektion bei Streifenkrankheit noch nicht allen Anforderungen an Zuverlässigkeit entsprechen.

Neben diesen beiden Blattkrankheiten sind noch die beiden **Rostarten** der Gerste *(Puccinia glumarum hordei* und *P. simplex)* von Bedeutung. Obwohl in Halle keine Erfahrungen mit Gerstenrost vorliegen, sei zur Abrundung erwähnt, daß nur Sommergersten bekannt sind, die Rostresistenz besitzen (50). Wegen der Übertragung von Winter- auf Sommergerste (analog dem Mehltau) ist es besonders erstrebenswert, eine Wintergerste zu schaffen, die sowohl Mehltau-, als Gelbrost-, als Zwergrost-resistent ist. Die Rostresistenz kann aber nur durch Einkreuzung von Sommer- in Winterformen erreicht werden, wie dies auch für die Gewinnung von Mehltau-resistenter Wintergerste gilt. Da die Winterfestigkeit unserer Gersten an sich schon unbefriedigend ist, bestehen große Schwierigkeiten. Honecker hat Teilerfolge erzielt (49).

**Flugbrand.** Das Hindukuschmaterial interessiert aber weiter, weil die Nummern 3645 und 3647 (Lyallpur 4 und 6) noch gegen eine dritte Krankheit — Flugbrand — resistent sind, sie besitzen also eine dreifache Resistenz. In zweijähriger künstlicher Blüteninfektion, die in anfälligen Nummern 90—100 % Befall brachten, blieben sie frei von Flugbrand. Die Nutzung dieser Formen als Ausgangsmaterial erscheint daher besonders verlockend, andererseits ist sie aber auch nur möglich bei Anwendung wiederholter Rückkreuzung mit der deutschen Kulturelternsorte, die verbunden sein muß mit gleichzeitiger Prüfung der Aufspaltungsprodukte auf ihr Verhalten gegen alle drei Krankheiten. Dadurch wird die Lösung der Aufgabe beträchtlich erschwert. Man muß zur Anzucht von Zwischengenerationen in der Zeit August—Februar greifen, um in aufeinanderfolgenden Jahren die jeweils richtigen Kreuzungen ausführen zu können.

Ferner ist die nackte Kapuzengerste aus Nepal eine Elternsorte, die Flugbrandresistenz und Widerstandsfähigkeit gegen Streifenkrankheit vereinigt, aber gegenüber den genannten den Nachteil der Mehltauanfälligkeit aufweist. Da uns die Gersten aus Lyallpur erst seit 1938 als wertvoll bekannt sind, haben wir früher viel mit der „Nepal" Kapuzen-

gerste gekreuzt. Sie hat sich jedoch bisher nur in den Kreuzungen mit deutschen *inäquale* Typen (Heines vierzeilige) bewährt, nicht dagegen in Einkreuzungen mit *distichum*-Formen. Allerdings sind daraus bessere Kombinationen entstanden als durch die Benutzung der „Blauen Nackten", die nur frei von Flugbrand, aber nicht von Streifenkrankheit ist. Diese letztere ist nicht mehr als Ausgangsmaterial für die Resistenzzüchtung zu empfehlen.

Vier japanische Sorten, die Nummern 3, 4, 8, 10 fallen ebenfalls dadurch auf, daß sie in sich die Resistenz gegen Streifenkrankheit und Flugbrand vereinigen. Sie zeigen somit die gleiche wertvolle Doppelresistenz, die bisher nur von der Nepal Kapuzengerste bekannt war. Es kommt hinzu, daß einige von ihnen, wie z. B. Chinko (Japaner 10) hohen Eiweißgehalt vererben. Sie lieferte in der Kreuzung mit Heils Franken zweizeilige flugbrand- und streifenkrankheitsresistente Neukombinationen, teils von beachtlicher Standfestigkeit und hohem Eiweißgehalt, jedoch nur Sommer- und keine Winterformen. Die genannten japanischen Sorten bringen die doppelte Resistenz auch in zweizeilige Neukombinationen ein. Nach unseren Erfahrungen liefern die japanischen resistenten Eltern auch ertragreichere Zuchtstämme als die Kreuzungen mit Kapuzengerste aus Nepal.

Die Bekämpfung des Gerstenflugbrandes kann bisher nur durch die subtile Heißwasserbeize erfolgen. Sie bringt abgesehen von dem Aufwand auch bei sorgfältigster Ausführung Schwächung der Triebkraft des Saatgutes und wirkt damit ertragsdrückend. Bei Wintergerste wirkt sich dies in einer Schwächung der Winterfestigkeit aus, und außerdem drängt die Arbeit des Beizens in den Erntewochen vor der Wintergerstenaussaat Mitte September. Infolge der Neigung zum offenen Abblühen ist die Wintergerste *(inäquale)* überdies sehr anfällig für Flugbrand. Aus diesem Grunde ist die Schaffung einer flugbrandresistenen Wintergerste noch dringlicher als einer solchen Sommergerste, deren Anbaufläche allerdings das Dreifache von Wintergerste einnimmt. Alle für die Resistenzzüchtung geeigneten Ausgangssorten sind aber Sommergersten. Die Schaffung resistenter Wintergersten (einerlei ob gegen Flugbrand, Mehltau oder Streifenkrankheit) stößt somit auf die nicht geringe Schwierigkeit, daß resistente, ertragarme Sommergersten als Elter benutzt werden müssen. Der Erfolg hängt daher weitgehend davon ab, ob durch die aufeinanderfolgenden Winter eine Auslese auf Kältefestigkeit erfolgen kann. Wird in Zukunft erst einmal aus solchen Arbeiten die erste flugbrandwiderstandsfähige und genügend kältefeste Wintergerste zur Verfügung stehen, so wird der weitere Schritt leichter sein.

Die flugbrandfreien japanischen Sommergersten *(inäquale)* mit sehr kurzem, standfestem Halm, in deutsche Wintergersten eingekreuzt, ergaben in unseren Arbeiten mit Friedrichswerther, Mahndorfer und Kalkreuther Wintergerste gemäß der Auswinterung der letzten drei Winter zu einem geringen Prozentsatz Kombinationen, die in 3—4jähriger Infektion frei von Flugbrand blieben, die Eckendorfer Wintergerste an Winterfestigkeit übertrafen und in dieser Eigenschaft der Mahndorfer Wintergerste gleich waren, jedoch die Friedrichswerther Wintergerste noch nicht erreichten.

Als Ausgangsmaterial kommt neben diesen Primitivsorten ein Zuchtstamm in Betracht, der wertvolle Nutzeigenschaften mit Flugbrandresistenz verbindet, der sich aus den Arbeiten Zeiners (45) ergeben hat: 264b aus Heils Franken × Walpersii. Bei Benutzung dieses Stammes vermeidet man zwar alle Nachteile der Einkreuzung von Primitivformen, erzielt aber andererseits auch nur Resistenz gegen eine Krankheit und

zwar gegen jene Krankheit (Flugbrand), die wohl schwierig zu bekämpfen ist, aber auch geringer als Mehltau und Streifenkrankheit den Ertrag drückt. Infolge der so leichten Erkennung des Flugbrandes wird ihm im Vergleich zu den Blattkrankheiten der Gerste zu viel Beachtung geschenkt. Trotz der bisher unbefriedigenden Erfahrungen mit der Einkreuzung zweizeiliger Sommergersten in die deutschen Wintergersten sollte im Hinblick auf die Wichtigkeit des Zuchtzieles doch der Versuch gemacht werden, verschiedene Wintergersten mit der flugbrandresistenten Zuchtnummer 264b von Zeiner einzukreuzen, da diese wertvolle Leistungseigenschaften besitzt.

Es sei daran erinnert, daß nur 2 Rassen des Gerstenflugbrandes bekannt sind (42, 47), von denen eine auf Wintergerste (W-Rasse) und die andere auf Sommergerste (S-Rasse) auftritt. Dadurch ist die gestellte Aufgabe erleichtert.

## Hafer

**Flugbrand.** Nicolaisen hat schon 1934 in seiner Habilationsschrift (26) berichtet, daß nur wenige Sorten gefunden werden, die gegen *Ustilago avenae* voll widerstandsfähig sind. Jene Angaben sind inzwischen ergänzt worden durch Prüfung von weiteren 13 englischen, 14 französischen, 9 skandinavischen, 8 russischen, 11 australischen, 4 türkischen, 5 südamerikanischen, 26 nordamerikanischen teils Land-, teils Zuchtsorten. Von diesen insgesamt 84 Sorten haben sich nur ganz wenige als resistent erwiesen: aus Frankreich Jeanette O, Champion aus Kadmar, der wahrscheinlich identisch ist mit Black Mesdag, aus Australien: Buddah und die beiden zu *A. byzantina* gehörigen Sorten: Algeria und Coora, während die früher als resistent bezeichnete Sorte Warrigal bei weiteren Infektionen des Jahres 1936 mit anderen Rassen des Pilzes bis zu 100 % Befall aufwies. Eine Hafersorte La Estanzuela zeigte nach zweijähriger Infektion nicht eine Brandrispe, während 2 Landsorten aus Uruguay den geringen Befall von 2—5 % aufwiesen. Unter den amerikanischen Sorten erwies sich Monarch nicht als resistent, wie erwartet werden mußte, sondern zeigte 30 % Befall. Markton Oats hielt sich hoch, aber nicht vollständig resistent, geringen Befall zeigte in allen Jahren Richland. Als wertvollster Kreuzungselter unter den amerikanischen Sorten tritt nunmehr Navarro C. J. 966 in den Vordergrund, da er Keimverzögerung und Standfestigkeit und Frühreife miteinander verbindet, jedoch ein schmales Korn erzeugt. Ferner hat sich die Nummer 479 Linie 2 aus Eskischehir (Türkei) — ein weißspelziger *Sativa*-Hafer — 3 Jahre als hochresistent erwiesen; er ist dadurch wertvoll, da er besseres Korn als Navarro ausbildet und wie dieser deutliche Keimverzögerung besitzt (24). Red Rustproof ist in allen Infektionen seit 1928 frei von Flugbrand geblieben, jedoch bietet er als *A. byzantina* für die Entwicklung flugbrandresistenter Neuzuchten für Mitteleuropa nur dort Vorteil, wo Winterhafersorten gebraucht werden. Für Sommerhafer ist der *A. sativa* Black Mesdag nach wie vor eine gute Kreuzungssorte, denn es lassen sich, wie wir in unseren Arbeiten vorweisen können, mit dieser Elternsorte alle Bedürfnisse: gelb- oder weißspelzige, hohe, niedrige, frühe und späte, standfeste, auch für das Moor geeignete Schwarzhafer mit Resistenz gegen Dörrfleckenkrankheit erzielen. Allerdings liefern die Kreuzungen der verschiedenen deutschen Kultursorten mit Black Mesdag überwiegend neue resistente Formen, deren Ertrag gegenüber jenem der deutschen Leistungssorten 5—15 % zurück-

bleibt. Daher sind die verschiedenartigen Kreuzungskombinationen des 1. Kreuzungsganges nochmals mit der ertragreicheren $P_1$-Sorte oder mit einer 3. Leistungssorte einzukreuzen. Anders ausgedrückt steht jetzt den Privatzüchtern eine ganze Anzahl flugbrandresistenter Zuchtstämme aus unseren Arbeiten als Ausgangsmaterial zur Einkreuzung in ihre eigenen Leistungssorten zur Verfügung. Nach unseren Erfahrungen werden hierdurch in wenigen Generationen flugbrandresistente und ertragreiche Hafersorten für die verschiedensten Anforderungen (früh, mittel, spät, gelb, weiß, hoch, niedrig) geschaffen.

## Zusammenfassung

1. „Landsorten", das sind ungezüchtete, nur durch natürliche Auslese geformte Typengemische oder einfache Massenauslesen daraus, werden keineswegs weniger von den verschiedenen pilzlichen Blatt- und Ährenkrankheiten nach künstlicher Infektion befallen als die Hochzuchtsorten. Sie stellen kein geeignetes Material für die Resistenzzüchtung dar. Mit dem Mythos von „gesunden, robusten" Landsorten und „kränklichen, überzüchteten" Hochzuchtsorten ist aufzuräumen.

2. Einige Zuchtsorten des Auslandes, die in ihren Heimatländern gegen einzelne oder mehrere Krankheiten widerstandsfähig sind, erwiesen sich auch in Halle gegen viele oder die meisten in Deutschland auftretenden physiologischen Rassen der einzelnen Pilzart, die die Krankheit hervorruft, widerstandsfähig. Andere ausländische Sorten werden im Gegensatz zu ihrem Verhalten in der Heimat von den in Deutschland verbreiteten Rassen stark befallen. Erstere sind ein sehr wertvolles Ausgangsmaterial für die Resistenzzüchtung, zumal einige wenige von ihnen Resistenz gegen mehrere Blattkrankheiten zugleich aufweisen. Da fortlaufend Neuzüchtungen in den verschiedenen Ländern entstehen, ist eine dauernde Verfolgung der ausländischen Züchtungsfortschritte nötig. Da es überwiegend Extensivsorten sind, werden sie nicht im ersten Kreuzungsgang resistente und ertragreiche Neukombinationen ergeben.

3. Aus dem Sammlungsmaterial der Deutschen Hindukusch-expedition 1935 konnten Gerstenformen erkannt werden, die Totalresistenz gegen Blatt- und Ährenkrankheiten aufweisen. Da sie als Extensivsorten sehr viel Mängel aufweisen, ist nur aus wiederholter Rückkreuzung der Kreuzungsgenerationen mit der Leistungssorte Wertvolles zu erwarten. Für die wissenschaftliche Forschung ist die Benutzung solcher Kreuzungseltern besonders reizvoll. Für die praktische Züchtung liegt die Schwierigkeit vor, daß ein besonders umfangreiches Zuchtmaterial gleichzeitig mit künstlicher Infektion der 3—4 Krankheiten geprüft werden muß.

4. Für bestimmte Aufgaben kann auf Artkreuzung auch bei Getreide nicht verzichtet werden, wie solche bei Kartoffeln und Reben erfolgreich angewandt wurde. *Spelta*- oder *durum*-Einkreuzung in *vulgare* ist für Erzeugung von rostresistenten Weizen, *persicum*-Einkreuzung in *vulgare* für Erzeugung mehltauresistenter Weizen nötig, *Av. byzantina* für Erzeugung flugbrandresistenter Winterhafer zweckmäßig. Die Tatsache, daß es mehrfach gelungen ist, die Resistenz dieser Arten in *Trit. vulgare*- bzw. *Av. sativa*-Formen unter Ausschaltung der unerwünschten Eigenschaften herüber zu nehmen, beweist, daß auch die — bei Getreide schwierige — Artkreuzung für die Resistenzzüchtung nutzbar gemacht werden kann.

5. Besonders wertvolles Ausgangsmaterial sind Zuchtstämme, die aus solchen Artkreuzungen hervorgegangen sind, da mit ihnen als 1. Stufe der Resistenzzüchtung die hauptsächlichsten Schwierigkeiten überwunden sind und sie vielfach eine Totalresistenz gegen alle Rassen einer Pilzart oder eine kombinierte Resistenz gegen mehrere Krankheiten gleichzeitig in sich tragen.

6. Eine tabellarische Übersicht der Resistenz- und der Leistungseigenschaften aller genannten Weizensorten ist beigefügt.

Je weiter die Resistenzzüchtung fortschreitet, um so weniger muß auf die Einkreuzung von anderen Arten und von Primitiv- oder gar Wildformen zurückgegriffen werden. Ist durch sie die erste Barriere übersprungen, so vermindern sich die Schwierigkeiten; es können dann raschere Fortschritte erwartet werden. Die Erzeugung und Bereitstellung resistenter Neukombinationen der 1. Stufe für die Privatzüchter ist eine wichtige Aufgabe der wissenschaftlichen Institute, damit die breite Praxis umfangreichen Gebrauch davon machen kann mit dem Ziel, alle gefährlichen Krankheiten wesentlich einzudämmen, die immer noch rund 10 % der deutschen Ernte vernichten.

## Schrifttum

1. Clark, J. A., and Smith, R. W., Inheritance in Nodak and Kahla durum wheat crosses for rust resistance, yield and quality at Dickinson, North Dakota. J. Am. Soc. Agron. **20**, 1297—1304, 1928.
2. Clark, J. A., Wheats breed for smut resistance combined with yield and quality. Yearbook U. S. A. Dep. of Agr. 403—404, 1932.
3. Clark, J. A., Quisenberry, K. S., and Powers, L. R., Inheritance of bunt reaction and other characters in Hope Wheat crosses. J. Agr. Res. **46**, 413—425, 1933.
4. Clark, J. A., and Bayles, B. B., Classification of wheat varieties grown in the United States. Techn. Bull. 459, U. S. Dep. Agr. Washington 1935.
5. Fittschen, H. H., Weitere Beiträge zur Züchtung steinbrandresistenter Weizensorten. Phyt. Z. **12**, 169—218, 1940.
6. Freisleben, R., Die Gersten der Deutschen Hindukusch-Expedition. Kühn-Archiv **54**, 295—368, 1940.
6a. Fruwirth, C., Zur Frage der Erhaltung unserer Landsorten. Pflanzenbau **5**, 157—159, 1928/29.
7. Gaines, E. F., New physiologic forms of T. levis and T. tritici. Phytopath. **18**, 579—588, 1928.
8. Gassner, G., und Straib, W., Über Mutationen in einer biologischen Rasse von Puccinia glumarum trit. Z. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre **63**, 154, 1932.
9. Gassner, G., Verschiebung der Rostresistenz während der Entwicklung der Getreidepflanze. Phyt. Z. **4**, 549—596, 1932.
9a. Gassner, G., und Straib, W., Die Bestimmung der biologischen Rassen des Weizengelbrostes. Arb. d. B. R.-A. **20**, 141—163, 1932.
10 Hassebrauk, K., Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung von Puccinia triticina Erikss. in Deutschland und einigen anderen europäischen Staaten während der Jahre 1934 und 1935. Arb. d. B. R.-A. **22**, 71—89, 1937.
11. — — Zur physiologischen Spezialisierung des Weizenbraunrostes in Deutschland im Jahre 1938. Arb. d. B. R.-A. **23**, 31—35, 1939.
12. — — Mit Hilfe neuer Testsorten durchgeführte Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung von Puccinia triticina Erikss. Arb. d. B. R.-A. **23**, 37—50, 1939.
13. Hayes, H. K., Parker, H. J., and Kurtzweil, C., Genetics of rust resistance in crosses of varieties of Triticum vulgare with varieties of T. durum and T. dicoccum. J. Agr. Res. **19**, 523—542, 1920.
14. Hayes, H. K., Ausemus, E. R., Stakman, E. C., and Bamberg, R. H., Correlated inheritance of reaction to stem rust, leaf rust, bunt and black chaff in spring-wheat crosses. J. Agr. Res. **48**, 59—66, 1934.

15. Hayes, H. K., and Stakman, E. C., zitiert S. 293 in Isenbeck, K., Entwicklung des Qualitätsgedankens in der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Kühn-Archiv 50, 275—314, 1938.
16. Hoffmann, W., und Kuckuck, K., Versuche zur Züchtung spelzenfreier, eiweißreicher und mehltauwiderstandsfähiger Gersten. Z. Pflanzenzüchtung 22, 271—302, 1938.
17. Honecker, L., Die Bestimmung der physiologischen Rassen des Gerstenmehltaues (Erysiphe graminis hordei Marchal). Phyt. Z. 10, 197—222, 1937.
18. — — Über die physiologische Spezialisierung des Gerstenmehltaus als Grundlage für die Immunitätszüchtung. Züchter 10, 169—181, 1938.
19. Husfeld, B., Über die Züchtung plasmoparawiderstandsfähiger Reben. Gartenbauwiss. 7, 15, 1932.
20. Kappert, H., Die Vererbungswissenschaft in der gärtnerischen Pflanzenzüchtung unter besonderer Berücksichigung der Blumenzüchtung. Forschungsdienst 10, 533—545, 1940.
21. Mc.Fadden, E. S., A successful transfer of emmer characters to vulgare wheat. J. Amer. Soc. Agr. 22, 1020—1034, 1930
22. Mains, E. B., Inheritance of resistance to powdery mildew, Erysiphe graminis tritici, in wheat. Phytopath. 24, 1257—1261, 1934.
23. Metzger, I., Untersuchungen über den Weizenmehltau (Erysiphe graminis tritici). Kühn-Archiv 1941 (im Druck).
24. Moormann, B., Untersuchungen über Keimruhe bei Hafer und Gerste. Kühn-Archiv 56, 41—79, 1941.
25. Müller, K. O., Über die Züchtung krautfäuleresistenter Kartoffelsorten. Z. Pflanzenzüchtung 13, 143—156, 1928.
26. Nicolaisen, W., Die Grundlagen der Immunitätszüchtung gegen U. avenae (Pers.) Jens. Z. Züchtung A 19, 1—56, 1934.
27. Nover, J., Untersuchungen über den Weizenmehltau, Erysiphe graminis tritici, im Rahmen der Resistenzzüchtung. Z. Pflanzenzüchtung 24, 71—103, 1941.
28. Pape, H., und Rademacher, B., Erfahrungen über Befall und Schaden durch den Getreidemehltau (Erysiphe graminis DC) bei gleichzeitigem Anbau von Winter- und Sommergerste. Angew. Bot. 16, 225—250, 1934.
29. Roemer, Th., Gibt es biologische Typen von Steinbrand (Tilletia tritici) des Weizens? Kühn-Archiv 19, 1—10, 1928.
30. Roemer, Th., und Bartholly, R., Die Aggressivität verschiedener Steinbrandherkünfte (Tilletia) und ihre Veränderung durch die Wirtssorte. Phyt. Z. 6, 469—514, 1933.
31. Roemer, Th., Immunitäts-Züchtung. Flora 128, 145—196, 1933.
32. — — Zehnjährige Versuche über Selektionswirkung in der Symbiose von Pilz und Kulturpflanze. — Kühn-Archiv 48, 169—178, 1938/39.
33. Roemer, Th., Fuchs, W. H., und Isenbeck, K., Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Kühn-Archiv 45. Berlin, Verlag Paul Parey, 1938.
34. Rosenstiel, K. v., Untersuchungen über den Weizenmehltau Erysiphe gram. trit. (DC), seine physiologische Spezialisierung sowie die züchterischen Möglichkeiten seiner Bekämpfung. Vorläufige Mitteilung. Züchter 10, 247—255, 1938.
35. Rudorf, W., und Job, M., Untersuchungen bezüglich der Spezialisierung von Puccinia graminis tritici, Puccinia triticina und Puccinia glumarum tritici sowie über Resistenz und ihre Vererbung in verschiedenen Kreuzungen. Z. Züchtung A 19, 333—365, 1934.
36. Schattenberg, H., Untersuchungen über das Verhalten von Sorten, Kreuzungsnachkommenschaften und Kreuzungspopulationen gegenüber verschiedenen Herkünften von Haferflugbranden. Kühn-Archiv 37, 409—449, 1934.
37. Scheibe, A., Studien zum Weizenbraunrost, Puccinia triticina Erikss. I. Methoden und Ergebnisse bei der Bestimmung seiner physiologischen Formen (Biotypen). Arb. d. B. R.-A. 16, 575—608, 1929.
38. — — Studien zum Weizenbraunrost, Puccinia triticina Erikss. III. Über die geographische Verbreitung der einzelnen physiologischen Formen und Formenkreise in Deutschland und in seinen angrenzenden Gebieten. Arb. d. B. R.-A. 18, 55—82, 1930.
39. Stakman, E. C., Levine, M. N., Christensen, J. J., und Isenbeck, K., Die Bestimmung physiologischer Rassen pflanzenpathogener Pilze. Nova Acta Leopoldina N. F. 3, 281—336, 1935.
40. Stakman, E. C., Christensen, J. J., und Becker, Hanna, Pathologische Probleme bei der Züchtung krankheitswiderstandsfähiger Weizen- und Gerstensorten im Sommerweizengebiet der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Züchter 10, 57—68, 1938.
41. Stanton, T. R., Navarro-Oats. J. Amer. Soc. Agron. 25, 108—113, 1933.

42. Thren, R., Zur Frage der physiologischen Spezialisierung des Gerstenflugbrandes Ustilago nuda (Jensen) Kellerm. et Sw. und der Entstehung neuer Gerstenbrandrassen. Phytopathol. Z. 13, 1941.
43. Tschermak, E. v., Über seltene Getreidebastarde. Beitr. z. Pflanzenzucht 3, 49—61, 1913.
44. Waldron, L. R., and Clark, J. A., Breeding rust-resistance spring wheats. Sci. N. S. 2144, 1936.
45 Zeiner, W., Das Verhalten verschiedener Sommergerstenkreuzungen hinsichtlich der Anfälligkeit für U. nuda. Z. Züchtung A 17, 229—264, 1932.
46. Deutsche im Hindukusch. Bericht der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935 der deutschen Forschungsgemeinschaft. Berlin 1937.
47. Nahmmacher, J., Beitrag zur Immunitätszüchtung der Gerste gegen Ustilago nuda. Phytopathol. Z. 4, 597—631, 1932.
48. Becker, Hanna, Zur Immunitätszüchtung des Weizens gegen Puccinia glumarum und P. triticina. Kühn-Archiv 38, 298—305, 1933.
49. Gemäß frdl. Mitteilungen der Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan Sept. 1941.

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung der Universität Zagreb (Kroatien)

# Beitrag zur Vererbung der Spindelbrüchigkeit bei einigen Nacktgersten

Von

**Alois Tavčar**

Wildgersten unterscheiden sich von den Saatgersten hauptsächlich durch ihre Spindelbrüchigkeit. Diese hängt wieder mit der Einkerbung an der Basis der Spindelglieder zusammen.

Nach von Ubisch (1915, 1916) ist die Spindelbrüchigkeit in trockenen Jahren nicht so ausgeprägt wie in feuchten. Außerdem neigen die lockerährigen Genotypen, infolge einer physiologischen Korrelation, mehr zur Brüchigkeit als die dichtährigen.

Schiemann (1921) hat wiederum keine modifizierende Veränderung der Spindelbrüchigkeit, durch äußere Verhältnisse verursacht, feststellen können.

Außer an Wildgersten wurde die Spindelbrüchigkeit auch nach den Bastardierungen mit Kulturgersten beobachtet. Diese Erscheinung wurde von Liebscher (1889) als Atavismus und von von Ubisch (1915) als Bastardnovum bezeichnet.

Von Ubisch nimmt zwei dominante Gene **B** und **R** an, welche die Spindelbrüchigkeit verursachen. Demnach haben Wildgersten die genetische Konstitution **BBRR** und die Kulturgersten entweder **bbrr**, **BBrr** oder **bbRR**.

Die Kreuzungen von Kultur- mit Wildgersten geben in der $F_1$ einen brüchigen Bastard. Je nachdem ob die Saatgersten zwei oder nur ein Gen für die Brüchigkeit enthalten, spaltet sich die $F_2$ im Verhältnis 3 brüchig : 1 zäh oder 9 brüchig : 7 zäh.

Schiemann (1921) erklärt einige ihrer $F_2$-Spaltungsarten durch Annahme von drei Brüchigkeitsgenen **B**, **R** und **C**. In solchen Fällen, wo sich aus Bastardierungen von nichtbrüchigen Gersten in der $F_2$ mehr nichtbrüchige als brüchige Pflanzen entwickeln, nimmt Schiemann einen Hemmungsfaktor **X** für Brüchigkeit an.

Wenn beide Brüchigkeitsfaktoren und der Hemmungsfaktor homozygot vorhanden sind, also **BBRRXX**, dann ist die Wirkung des Hemmungsfaktors nur spürbar und die Ähren sind nur schwach brüchig.

Die Pflanzen **BBRrXX** sind mechanisch nicht brüchig, lassen sich jedoch leicht teilen. Sie spalten sich weiter 1 : 3.

**BBrrXX** ist wahrscheinlich die genetische Konstitution von Pflanzen mit typisch zäher Spindel.

Einen Unterschied zwischen den **B** und **R** tragenden Individuen konnte Schiemann nicht nachweisen.

Die $F_2$-Generation bildet in Bezug auf Brüchigkeit eine kontinuierliche Reihe von Pflanzen, und zwar finden wir hier Ähren: a) die von selbst bis zum Grunde zerfallen, wie z. B. H. spontaneum; b) die im mittleren Drittel zäh sind; c) bei welchen nur die Spitzen leicht abfallen, und d) solche, die beim Druck zerfallen. Diese letztere Gruppe bezeichnet Schiemann als nichtbrüchig - teilbar. Außerdem gibt es in der

$F_2$-Generation nichtbrüchige Pflanzen, das sind solche, deren Ähren selbst beim Ziehen an den Grannen oder beim Rückbiegen nicht brechen.

Alle angeführten Abstufungen der Brüchigkeit sind nach Schiemann genotypisch bedingt.

Auch von Tschermak nimmt für die Erklärung der Spaltungsverhältnisse von brüchigen und zähen Pflanzen, welche aus seinen Kreuzungen von Saatgersten mit Wildgersten stammen, mehrere Gene für Spindelbrüchigkeit an.

Im Nacktgerstensortiment unseres Institutes fand ich sowohl in den Populationen von Hordeum sat. distichum var. nudum als auch in jenen von H. sat. var. coeleste mehrere Pflanzen mit brüchiger Ährenspindel. Sowohl diese Pflanzen als auch ihre Ähren unterschieden sich äußerlich nicht von den übrigen Nacktgerstenpflanzen, welche eine zähe Spindel haben.

Die Vererbungsart von Spindelbrüchigkeit ist bei den Nacktgersten noch nicht untersucht. So entschloß ich mich, einige Versuche in dieser Richtung zu unternehmen.

## Eigene Versuche

Reine Linien von brüchigen zwei- und vierzeiligen Nacktgersten wurden mit verschiedenen Genotypen von zäher Spindel und bespelztem Korn von H. sativum bastardiert. Dies geschah zu folgendem Zweck: 1. um den genetischen Unterschied zwischen den brüchigen Nacktgersten und den bespelzten Gersten mit zäher Ährenspindel herauszufinden und 2. um die chromosomale Lage der Spindelbrüchigkeitsgene zu eruieren. Zu diesem Behufe wurde der Kreuzungspartner mit zäher Spindel immer so gewählt, daß er ein solches Merkmal hatte, welches von einem allelomorphen Gen bedingt ist, dessen chromosomale Lage uns schon bekannt ist.

Es sind so folgende 7 Bastardierungen ausgeführt worden:

1. Nacktgerste mit brüchiger Spindel Nr. 9 × bespelzte Gerste mit zäher Spindel Nr. 291.
2. Distichum Nacktgerste mit brüchiger Spindel Nr. 7 × vulgare bespelzte Gerste mit zäher Spindel Nr. 15.
3. Nacktgerste mit brüchiger Spindel und blauer Aleuronschicht Nr. 4 × bepelzte Gerste mit zäher Spindel und farbloser Aleuronschicht Nr. 34.
4. Nacktgerste mit brüchiger Spindel und weißen Spelzen Nr. 9 × bespelzte Gerste mit zäher Spindel und schwarzen Spelzen Nr. 125.
5. Nacktgerste mit brüchiger Spindel Nr. 7 × bespelzte Gerste mit zäher Spindel Nr. 36.
6. Bespelzte Gerste mit zäher Spindel Nr. 291 × bespelzte Gerste mit zäher Spindel Nr. 36.
7. Bespelzte Gerste mit zäher Spindel Nr. 291 × bespelzte Gerste mit zäher Spindel Nr. 125.

Die Spaltungsverhältnisse der einzelnen Merkmalpaare sind für die $F_2$ auf den Tabellen 1—7 zusammengefaßt worden.

Neben den experimentell gefundenen Spaltungszahlen habe ich auf den Tabellen 1—7 auch die absolute theoretische Pflanzenanzahl für die dihybride Spaltung 9 : 3 : 3 : 1 vergleichsweise beigefügt; ebenso auf Tabelle 5 für 10 : 6, auf Tabelle 7 für 9 : 7 und auf Tabelle 6 für die trihybride Spaltung 28 : 36.

Aus diesen Zahlen wurde $X^2 = S \left|\frac{(m' - m)^2}{m}\right|$ ausgerechnet und darau

in den Pearsonschen Tabellen die Wahrscheinlichkeit (Goodnes of fit) P bestimmt.

1. Nacktgerste mit brüchiger Spindel Nr. 9 × bespelzte Gerste mit zäher Spindel Nr. 291.

Tabelle 1. $F_2$-Gen.:

| Bezeichnung | Bespelzte Gerste | | | | Nacktgerste | | | | Pflanzen-anzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Spindel | | | | Spindel | | | | |
| | brüchig | | zäh | | brüchig | | zäh | | |
| | exper. | theoretisch 9/16 | exper. | theoretisch 3/16 | exper. | theoretisch 3/16 | exper. | theoretisch 1/16 | |
| Nr. 292— 2 | 243 | 239,625 | 82 | 79,875 | 73 | 79,875 | 28 | 26,625 | 426 |
| — 3 | 96 | 91,125 | 25 | 30,375 | 31 | 30,375 | 10 | 10.125 | 162 |
| — 4 | 391 | 398,25 | 141 | 132,75 | 135 | 132,75 | 41 | 44,25 | 708 |
| — 5 | 137 | 133,3125 | 45 | 44,4375 | 41 | 44,4375 | 14 | 14,8125 | 237 |
| — 7 | 83 | 81,5625 | 24 | 27,1875 | 28 | 27,1875 | 10 | 9,0625 | 145 |
| — 8 | 55 | 61,875 | 29 | 20,625 | 21 | 20,625 | 5 | 6,875 | 110 |
| —10 | 98 | 95,625 | 30 | 31,875 | 33 | 31,875 | 9 | 10,625 | 170 |
| —12 | 150 | 161,4375 | 66 | 53,8125 | 51 | 53.8125 | 20 | 17,9375 | 287 |
| —13 | 120 | 109,125 | 33 | 36,375 | 25 | 36,375 | 16 | 12,125 | 194 |
| Zusammen | 1373 | 1371,9375 | 475 | 457,3125 | 438 | 457,3125 | 153 | 152,4375 | 2439 |

In der $F_1$ dominierte die bespelzte Gerste mit brüchiger Spindel. Die Wahrscheinlichkeit, daß in der $F_2$ (Tab. 1) die experimentellen Spaltungsverhältnisse mit den theoretischen 9 : 3 : 3 : 1 übereinstimmen ist P = 0,68667. Daraus folgt, daß hier die Spindelbrüchigkeit von einem Gen, das wir mit **Bt** (Vorschlag Robertson) bezeichnen wollen, bedingt wird, welches unabhängig von dem im III. Chromosom gelegenen Gen **n** für nacktes Korn ist.

2. Distichum Nacktgerste mit brüchiger Spindel Nr. 7 × vulgare bespelzte Gerste mit zäher Spindel Nr. 15.

Tabelle 2. $F_2$-Gen.:

| Bezeichnung | Distichum | | | | Polystichum | | | | Pflanzen-anzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Spindel | | | | Spindel | | | | |
| | brüchig | | zäh | | brüchig | | zäh | | |
| | exper. | theoretisch 9/16 | exper. | theoretisch 3/16 | exper. | theoretisch 3/16 | exper. | theoretisch 1/16 | |
| Nr. 296—1 | 155 | 161,4375 | 66 | 53,8125 | 48 | 53.8125 | 18 | 17,9375 | 287 |
| —2 | 108 | 109.125 | 31 | 36,375 | 42 | 36,375 | 13 | 12,125 | 194 |
| —3 | 112 | 102.375 | 28 | 34.125 | 33 | 34,125 | 9 | 11,375 | 182 |
| —5 | 117 | 127.6875 | 44 | 42,5625 | 50 | 42.5625 | 16 | 14,1875 | 227 |
| —6 | 165 | 178,875 | 68 | 59,625 | 63 | 59.625 | 22 | 19,875 | 318 |
| —7 | 92 | 100,6875 | 39 | 33,5625 | 35 | 33.5625 | 13 | 11,1875 | 179 |
| —9 | 113 | 105.1875 | 28 | 35,0625 | 38 | 35.0625 | 8 | 11,6875 | 187 |
| Zusammen | 862 | 885,375 | 304 | 295.125 | 309 | 295,125 | 99 | 98,375 | 1574 |

Die Distichum Gerstenform mit bespelztem Korn und mit brüchiger Spindel dominiert in der $F_1$-Generation. Der Wahrscheinlichkeitsgrad P = 0,740805, welcher aus den Spaltungszahlen für die $F_2$ ausgerechnet wurde, bestätigt, daß sich das Brüchigkeitsgen **Bt** unabhängig von den Genen **Vd** bzw. **v** für Zeilenzahl vererbt. Die letzteren liegen im I. Chromosom.

3. Nacktgerste mit brüchiger Spindel und blauer Aleuronschicht Nr. 4 × bespelzte Gerste mit zäher Spindel und farbloser Aleuronschicht Nr. 34.

Tabelle 3. $F_2$-Gen.:

| Bezeichnung | Blaue Aleuronschicht | | | | Farblose Aleuronschicht | | | | Pflanzenanzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Spindel | | | | Spindel | | | | |
| | brüchig | | zäh | | brüchig | | zäh | | |
| | exper. | theoretisch 9/16 | exper. | theoretisch 3/16 | exper. | theoretisch 3/16 | exper. | theoretisch 1/16 | |
| Nr. 306—2 | 152 | 161,4375 | 61 | 53.8125 | 62 | 53,8125 | 12 | 17,9375 | 287 |
| —3 | 144 | 133,3125 | 37 | 44,4375 | 38 | 44,4375 | 18 | 14,8125 | 237 |
| —4 | 107 | 95,625 | 23 | 31,875 | 27 | 31,875 | 13 | 10,625 | 170 |
| —5 | 186 | 178,875 | 53 | 59.625 | 65 | 59,625 | 14 | 19,875 | 318 |
| —7 | 120 | 127,6875 | 46 | 42,5625 | 45 | 42,5625 | 16 | 14,1875 | 227 |
| Zusammen | 709 | 696,9375 | 220 | 232,3125 | 237 | 232,3125 | 73 | 77,4375 | 1239 |

In der $F_1$ dominiert die brüchige Spindel und die blaue Aleuronschicht. Die Wahrscheinlichkeit $P = 0{,}753147$ bestätigt, daß die experimentellen Spaltungszahlen in der $F_2$-Generation (Tab. 3) mit den theoretischen übereinstimmen. Demnach vererbt sich das Brüchigkeitsgen **Bt** unabhängig vom Genenpaar **Blbl** für die Aleuronfärbung. **Blbl** liegt im IV. Chromosom.

4. Nacktgerste mit brüchiger Spindel und weißen Spelzen Nr. 9 × bespelzte Gerste mit zäher Spindel und schwarzen Spelzen Nr. 125.

Tabelle 4. $F_2$-Gen.:

| Bezeichnung | Schwarze Spelzen | | | | Weiße Spelzen | | | | Pflanzenanzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Spindel | | | | Spindel | | | | |
| | brüchig | | zäh | | brüchig | | zäh | | |
| | exper. | theoretisch 9/16 | exper. | theoretisch 3/16 | exper. | theoretisch 3/16 | exper. | theoretisch 1/16 | |
| Nr. 309—1 | 148 | 158,0625 | 61 | 52,6875 | 65 | 52,6875 | 7 | 17,5625 | 281 |
| —2 | 94 | 108,5625 | 44 | 36,1875 | 49 | 36,1875 | 6 | 12,0625 | 193 |
| —3 | 155 | 146.25 | 52 | 48,75 | 47 | 48,75 | 6 | 16,25 | 260 |
| —4 | 139 | 156,375 | 65 | 52,125 | 68 | 52,125 | 6 | 17,375 | 278 |
| —5 | 178 | 200,25 | 89 | 66,75 | 81 | 66,75 | 8 | 22,25 | 356 |
| Zusammen | 714 | 769.5 | 311 | 256,5 | 310 | 256,5 | 33 | 85,5 | 1368 |
| Überkreuzung 26,478 % | 714 | 720,927 | 311 | 305,074 | 310 | 305,074 | 33 | 36,925 | 1368 |

Spindelbrüchigkeit und schwarze Spelzen sind in der $F_1$-Generation dominante Merkmale.

In der $F_2$ (Tab. 4) spalten sich diese Merkmale nicht im dihybriden Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1, weil die Wahrscheinlichkeit für eine solche Spaltung $P = 0$ ist und $X^2 = 87{,}1655$ beträgt.

Das Spaltungsverhältnis der untersuchten Merkmale läßt vielmehr auf eine Koppelung des Brüchigkeitsfaktors **Btbt** und des Faktors für Spelzenfärbung **Bb** schließen. Die Überkreuzungen betragen 26,478 %, die Wahrscheinlichkeit $P = 0{,}909$. Da die so errechneten theoretischen Spaltungszahlen mit den praktisch erhaltenen übereinstimmen, muß das Spindelbrüchigkeitsgen **Btbt** im II. Chromosom lokalisiert sein.

5. Nacktgerste mit brüchiger Spindel Nr. 9 × bespelzte Gerste mit zäher Spindel Nr. 36.

Dominierend in der $F_1$-Generation sind die Merkmale bespelztes Korn und brüchige Spindel.

Das Spindelmerkmal spaltet in der $F_2$-Generation (Tab. 5) im Verhältnis 10 : 6. Die Wahrscheinlichkeit für diese Spaltung ist $P = 0{,}81531$.

Daraus kann geschlossen werden, daß sich die Eltern in zwei Brüchigkeitsgenen unterscheiden. Eins davon muß also ein Hemmungsgen sein.

Tabelle 5. $F_2$-Gen.:

| Bezeichnung | Spindel | | | | Pflanzenanzahl |
|---|---|---|---|---|---|
| | brüchig | | zäh | | |
| | exper. | theoretisch 10/16 | exper. | theoretisch 6/16 | |
| Nr. 315—3 | 113 | 121,875 | 82 | 73,125 | 195 |
| —7 | 153 | 146,25 | 81 | 87,75 | 234 |
| —8 | 122 | 130 | 86 | 78 | 208 |
| —11 | 105 | 113,75 | 77 | 68.25 | 182 |
| Zusammen | 493 | 511,875 | 326 | 307,125 | 819 |

Schiemann erhielt eine solche Spaltung bei Bastardierungen von H. spontaneum mit einer nackten nordafrikanischen Grannengerste. Den Hemmungsfaktor wollen wir nun mit X bezeichnen.

6. Bespelzte zähe Gerste Nr. 291 × bespelzte zähe Gerste Nr. 36.

Tabelle 6. $F_2$-Gen.:

| Bezeichnung | Spindel | | | | Pflanzenanzahl |
|---|---|---|---|---|---|
| | brüchig | | zäh | | |
| | exper. | theoretisch 28/64 | exper. | theoretisch 36/64 | |
| Nr. 318— 4 | 112 | 104,625 | 74 | 81.375 | 186 |
| — 5 | 121 | 114,75 | 83 | 89,25 | 204 |
| — 9 | 98 | 93,9375 | 69 | 73,0625 | 167 |
| —10 | 130 | 139,5 | 118 | 108,5 | 248 |
| Zusammen | 461 | 452,8125 | 344 | 352,1875 | 805 |

Die brüchige Nacktgerste Nr. 9, bastardiert mit der bespelzten Gerste Nr. 291, gab in der $F_2$-Generation brüchige und zähe Pflanzen im Verhältnis 3 : 1.

Die brüchige Nacktgerste Nr. 9 × bespelzte Gerste Nr. 36 spaltet in der $F_2$ im Verhältnis 10 brüchige : 6 zähe Pflanzen.

Durch die Bastardierung beider bespelzten nicht brüchigen Genotypen Nr. 291 × Nr. 36 versuchte ich den genetischen Unterschied in der Brüchigkeit dieser Pflanzen zu finden.

In der $F_1$-Generation dominierte die Brüchigkeit. In der $F_2$-Generation spalteten die brüchigen und zähen Pflanzen im Verhältnis 28 : 36 resp. 7 : 9, denn die Wahrscheinlichkeit für eine solche Spaltung ist $P = 0{,}84579$.

Hier haben wir eine trifaktorielle Spaltung beruhend auf 2 Brüchigkeitsgenen und einem Hemmungsgen X.

Die $F_2$-Generation aus der Bastardierung: brüchige Nacktgerste Nr. 9 × bespelzte zähe Gerste Nr. 291 bestand aus brüchigen und zähen Pflanzen im Verhältnis 3 : 1. Dasselbe Spaltungsverhältnis entstand auch aus der Bastardierung: brüchige Nacktgerste Nr. 9 × bespelzte zähe Gerste Nr. 125.

Die Bastardierungen: bespelzte zähe Gerste Nr. 291 × bespelzte zähe Gerste Nr. 125 ergab eine brüchige $F_1$-Generation und eine Spaltung im Verhältnis 9 : 7 in der $F_2$-Generation. Die Wahrscheinlichkeit dieses Spaltungsverhältnisses ist $P = 0{,}7701$. Demnach ist zwischen den Eltern in der Brüchigkeit ein bifaktorieller Unterschied. Die genetische Konstitution der Eltern ist infolgedessen: $Bt_1Bt_1bt_2bt_2$ und $bt_1bt_1\ Bt_2Bt_2$.

### 7. Bespelzte zähe Gerste Nr. 291 × bespelzte zähe Gerste Nr. 125.

Tabelle 7. $F_2$-Gen.:

| Bezeichnung | Spindel | | | | Pflanzenanzahl |
|---|---|---|---|---|---|
| | brüchig | | zäh | | |
| | exper. | theoretisch 9/16 | exper. | theoretisch 7/16 | |
| Nr. 319—1 | 128 | 120,375 | 86 | 93,625 | 214 |
| —2 | 117 | 111,375 | 81 | 86,625 | 198 |
| —4 | 105 | 97,875 | 69 | 76,125 | 174 |
| —6 | 104 | 113,625 | 98 | 88,375 | 202 |
| Zusammen | 454 | 443,25 | 334 | 344,75 | 788 |

Daraus folgt nun, daß die brüchigen Nacktgersten die genetische Konstitution $Bt_1Bt_1Bt_2Bt_2$ haben müssen.

## Zusammenfassung

In einigen Nacktgerstenpopulationen von Hordeum sat. var. nudum und H. sat. var. coeleste unseres Sortiments befanden sich auch einige Nacktgerstenpflanzen mit brüchiger Spindel. Diese Pflanzen wurden mit verschiedenen bespelzten und zähen Genotypen bastardiert. Außerdem wurden auch einige bespelzte und zähe Genotypen, welche als Kreuzungspartner für brüchige Nacktgersten dienten, miteinander gekreuzt. Aus allen diesen Kreuzungen ist folgendes zu entnehmen:

1. Die Brüchigkeit der untersuchten Nacktgersten ist von zwei komplementären Genen $Bt_1Bt_1Bt_2Bt_2$ bedingt.

2. Diese Gene vererben sich unabhängig von den Genen: a) für die Zeilenzahl **V** resp. v, welche im I. Chromosom liegen, b) für bespelztes (**N**) resp. nacktes (**n**) Korn, die im III. Chromosom lokalisiert sind und c) für die Aleuronfärbung, welche sich im IV. Chromosom befinden.

3. Eins von den beiden Spindelbrüchigkeitsgenen **Bt** liegt im II. Chromosom und ist mit dem Spelzenfärbungsgen **Bb** mit 26,478 % gekoppelt.

4. Die bespelzten zähen Kreuzungspartner unterschieden sich von den brüchigen Nacktgersten, bei unseren Versuchen, meist in einem oder im anderen Brüchigkeitsgen. In einem Fall wurde eine bifaktorielle Spaltung bemerkt. Der Unterschied wurde durch ein Brüchigkeits- und ein Hemmungsgen verursacht.

## Schrifttum

Isenbeck, K., und Hoffmann, W., Gerste, Hordeum sativum Jess. Roemer u. Rudorf, Handbuch der Pflanzenzüchtung. Berlin 1939.

Kuckuck, H., Die Genetik der Gerste (Sammelreferat). Züchter 2. Berlin 1930.

Liebscher, G., Die Erscheinungen der Vererbung bei einem Kreuzungsprodukt zweier Varietäten von Hordeum sativum. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 23, S. 215. 1889.

Pearson, K., Tables for Statisticians and biometricians. Cambridge 1924.

Schiemann, E., Genetische Studien an Gersten I. Zur Frage der Brüchigkeit der Gerste. Zeitschr. f. induktive Abstammungs- u. Vererbungslehre 26. Berlin 1921.

Tschermak, E. v., Die Gerste. In Fruwirth: Handbuch d. Pflanzenzüchtung Bd. 4. Berlin 1923.

Ubisch, G. v., Analyse eines Falles von Bastardatavismus und Faktorenkoppelung bei Gerste. Zeitschr. f. induktive Abstammungs- u. Vererbungslehre Bd. 14. Berlin 1915.

— — Beitrag zu einer Faktorenanalyse von Gerste. Zeitschr. f. induktive Abstammungs- u. Vererbungslehre Bd. 17. Berlin 1916.

# Eine spontane, fertile Artkreuzung

Von

**August Zwoboda,** Steinitz/Mähren

Die ersten Bestrebungen, einen fruchtbaren Artbastard zwischen Weizen und Roggen zu erzielen, liegen schon weit zurück. Lange Zeit hindurch bedurfte es der Ausdauer einer oft sehr langen Reihe von Jahren und der nimmermüden Wiederholung der Einkreuzung, um endlich ein Resultat zu erzielen; von einem Erfolge, der auch der praktischen Wirtschaft zugute gekommen wäre, war vorerst überhaupt nicht die Rede.

Es ist ja bekannt, daß die $F_1$-Generation eines Bastardes zwischen Weizen und Roggen an und für sich steril, unfruchtbar ist und es einer nochmaligen Einkreuzung bedarf, um einen fertilen, fruchtbaren Artbastard heranzuzüchten. Die schließlich erzielte, fertile Form müßte man daher — streng genommen — einen Weizen-Roggen-Weizen-Bastard nennen, doch hat sich die Übung herausgebildet, einfach nur von einem Weizen-Roggen-Bastard zu sprechen, wobei der richtige, vollständige Ausdruck stillschweigend angenommen wird.

Nun hatten und haben die meisten fertilen Weizen-Roggen-Bastarde das Aussehen einer kommunen Weizensorte und ist das eingekreuzte Roggenblut oft nur zeitweise im Laufe der Vegetation für ein geübtes Auge erkennbar zu sehen. Daher war es das Bestreben der Züchter und insbesondere auch des Jubilars, einen Weizen-Roggen-Bastard heranzuzüchten, dem man schon rein äußerlich, auf den ersten Blick, ansieht, daß eine Artkreuzung vorliegt. Es galt daher unterschiedliche Merkmale der beiden Getreidearten zu vereinen. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn es gelingt, die dem Roggen typische Behaarung unterhalb der Ähre bei dem Weizentyp eines Weizen-Roggen-Bastardes zu erzielen. Eine Weizenähre mit Behaarung unterhalb der Ähre ist demnach der augenfällige Beweis dafür, daß man es wirklich mit einem Weizen-Roggen-Bastard zu tun hat, was ja sonst — bei reinem Weizentypus der Ähre, bzw. der Pflanze — nicht augenscheinlich erkannt werden kann. Das geforderte Ziel hat der Jubilar erreicht, ja sogar noch mehr. Er erhielt schließlich einen Weizen-Roggen-Bastard, der außer der Behaarung auch eine intermediäre Form zwischen einer Weizen- und Roggenähre aufweist, so daß jeglicher Zweifel über die Herkunft des Bastardes ausgeschlossen ist.

Wie eingangs erwähnt, bedurfte es vorerst großer Geduld und langjährigen Mühens, um überhaupt diesen Artbastard zu schaffen, da man vorher die Möglichkeit der Kreuzung zweier Arten für aussichtslos hielt und schließlich durch die Erfolge, besser gesagt, Nichterfolge der immer wieder unternommenen Bemühungen direkt darin bestärkt wurde. Dies änderte sich erst dann, als die Erkenntnisse eines neuen Zweiges der Wissenschaften, der Zytologie, Licht in die Zusammenhänge brachten und die genaue Anzahl und Funktion der Chromosomen einwandfrei festgestellt wurde. Als man sich nun in weiteren Kreisen mit dieser Artkreuzung

beschäftigte und daher auch die auffallend intermediäre Form der sterilen $F_1$-Generation des Bastardes zwischen Weizen und Roggen mehr kennen lernte, beobachtete man, und zwar besonders in der Ukraine, daß solche Kreuzungen nicht nur künstlich, sondern auch spontan — besonders in manchen Jahren — in der freien Natur entstehen. Wie wir aber wissen, sind diese $F_1$-Formen für sich allein unfruchtbar, steril, so daß diese spontanen Kreuzungsprodukte nur einmalige sind.

Ich will nun von einem Ausnahmefall berichten. In einem Bestande eines von mir gezüchteten, fertilen Weizen-Roggen-Bastardes, also eigentlich in einem Weizen-Roggen-Weizen-Bastarde, der fürs Auge das Aussehen einer Weizensorte hat, fand ich im Jahre 1938 eine Pflanze, die die typischen Merkmale der $F_1$-Generation eines spontanen Weizen-Roggen-Bastardes zeigte; eigentlich handelte es sich ja um ein komplizierteres Gebilde, da eine spontane Kreuzung zwischen einem bereits fertilen Weizen-Roggen- (Weizen-) Bastarde und einem Roggen stattgefunden hatte. Da diese Pflanze inmitten eines größeren Bestandes herangewachsen war, entdeckte ich sie erst, als sie bereits in der Vegetation so weit vorgeschritten war, daß ich von den vorhandenen 7 gut ausgebildeten Ähren nur mehr 4 mit Weizen künstlich rückkreuzen konnte und die 3 ersten Ähren, die bereits abgeblüht hatten, unberührt lassen mußte. Bei der Aufarbeitung, nach der Ernte, zeigte es sich aber zu meinem großen Erstaunen, als ich des Interesses halber auch diese 3 unberührt gelassenen Ähren auf ihre Fertilität untersuchte, daß in einer Ähre eine spontane Befruchtung stattgefunden hatte und 2 Körner gebildet worden waren, von denen eines ziemlich normal, das andere ein Kümmerkorn war. Beide Körner hatten typische Roggenform, doch Weizenfarbe, waren also intermediär. Beim Anbau im Herbst 1938 liefen beide Körner zwar auf, doch ging das Pflänzchen des Kümmerkornes schließlich ein, sodaß im Jahre 1939 nur e i n e Pflanze mit 6 Halmen erwuchs. In Unkenntnis der Aufspaltungsverhältnisse, handelte es sich doch um eine völlig spontane Rückkreuzung, wählte ich den Standort dieser Pflanze im Zuchtfelde so, daß sie die Möglichkeit einer Bestäubung mit Roggen hatte. Beim Heranwachsen zeigte die Pflanze den typischen Roggencharakter in ihrem Aufbau und in dem Ablauf der ganzen Vegetation, welche Tatsache ein Beweis dafür ist, daß es sich wirklich um eine spontane Rückkreuzung und nicht vielleicht um eine Parthenogenese handelt, nachdem der mütterliche Elternteil eine reine Weizenform aufgewiesen hatte. Die herangewachsene Pflanze ist also als $F_1$-Generation der spontan erfolgten Rückkreuzung des spontan aufgetretenen Weizen-Roggen-Bastardes anzusprechen: $F_1$[($F_1$WRWB × Steinitzer Roggen) × Steinitzer Roggen].

Von den entwickelten 6 Ähren waren bei der Ernte 3 in hohem Maße fertil und lieferten gesunde, große Roggenkörner, während bei den restlichen 3 Ähren nur wenige und da nur kümmerliche Körner ausgebildet wurden, die späterhin gar nicht zum Anbau gelangten. Die $F_2$-Generation zeigte in der Folge, im Frühjahr 1940, welches sich in der hiesigen Gegend durch zwei aufeinander folgende, äußerst starke Nachtfröste von — 8 und — 10° C Ende März so katastrophal auswirkte, daß der Winterweizen fast hundertprozentig, der Winterroggen zu rund 80 % vernichtet wurde, diese $F_2$-Generation erwies sich als besonders robust und winterfest und ergab schließlich sehr gut ausgebildete Roggenpflanzen.

Meines Wissens nach ist dies der erste Fall einer gelungenen Artkreuzung, welche s p o n t a n in aufeinander folgenden Jahren durch die Natur selbst entstanden ist.

# Klimabedingtheit der Weizenzüchtung in Südmähren

Von

**Heinrich Hanisch,** Seelowitz

Die südmährische Weizenzüchtung, deren Anfänge auf die grundlegenden Arbeiten von Hofrat Dr. h. c. Dr. E. v. Tschermak und Professor Dr. C. Fruwirth zurückgehen, wurde durch die nach dem Weltkriege eingetretenen politischen Umwälzungen in neue Bahnen gelenkt. Hofrat Tschermak hatte den ersten Impuls zur Errichtung von Saatzuchtstellen auf verschiedenen Großökonomien in Südmähren gegeben. Wenn diese anfänglich nur die Vermehrung von Zuchtmaterial aus Groß Enzersdorf bei Wien durchführten, ohne selbständig zu züchten, so mußte nach dem im Jahre 1921 erfolgten Inkrafttreten der tschechoslowakischen gesetzlichen Bestimmungen über die Anerkennung von Saatgut und Setzlingen in Hinkunft die Züchtung von Originalsorten aus der Einzelpflanze im Lande selbst durchgeführt werden. Aus dieser Sachlage ergab sich die Notwendigkeit, die ursprünglichen Vermehrungsstellen für Elitematerial zu erweitern und alle Zuchtarbeiten an Ort und Stelle vorzunehmen. Es mußten fachlich geschulte Saatzuchtleiter bestellt werden, welche zumeist gleichzeitig eine Ökonomie verwalteten oder (in größeren Betrieben) ausschließlich als praktische Pflanzenzüchter tätig waren. Zunächst wurde von den neuen Zuchtstationen nur Getreide und Erbse züchterisch bearbeitet, in einigen Fällen erweiterte sich aber ihr Tätigkeitsgebiet auf andere Kulturpflanzen, wie Luzerne, Gräser, Mais u. a. m. Die Verbindung mit dem Begründer der Züchtung Hofrat Tschermak blieb in den meisten Fällen dauernd erhalten und eine Fülle von Anregungen und neuen Ideen kam auf diese Weise der jungen Pflanzenzüchtung zugute. Die wissenschaftliche Autorität Hofrat Tschermaks und seine stete Hilfsbereitschaft trugen zur gedeihlichen Entwicklung der mährischen Züchtung in ausschlaggebender Weise bei.

Ich selbst bin Tschermakschüler und übernahm auf Veranlassung meines Lehrers im Jahre 1920 die Leitung der damals neugegründeten Pflanzenzuchtstation der Firma A. May, H. May & Co. in Ungarisch-Brod. Es waren vor allem zwei Tschermakweizen, welche in Ungarisch-Brod als Originalsorten gezüchtet wurden, nämlich weiß- und braunspelziger Moraviaweizen, eine Kreuzung zwischen dem deutschen Edel-Epp und Tschermaks veredeltem Marchfelder Bartweizen, und Non plus ultra, eine Kombination zwischen Svalöfer Grenadier und Banater. Zahlreiche andere Kreuzungsformen, darunter auch Tschermaks Excelsior, welcher sich durch Steifhalmigkeit und kurzes, kugeliges Korn auszeichnete, wurden auf ihre Anbauwürdigkeit geprüft. Leistungsprüfungen und Sortenversuche gaben uns die notwendigen Unterlagen für die Beurteilung des Zuchtwertes der verschiedenen Weizentypen und veranschaulichten die Abhängigkeit der Weizenzüchtung von den gegebenen klimatischen Ver-

hältnissen. Als ich im Jahre 1923 die Zuchtstation der Aktiengesellschaft für Zuckerindustrie in Seelowitz aufbaute, welche ich seit dieser Zeit leite, hatte ich Gelegenheit, die von Hofrat Tschermak erhaltenen Anregungen durch eigene Erfahrungen alljährlich bestätigt zu sehen. Wenn Ungarisch-Brod bereits am Rande der südmährischen Trockenzone liegt und als Übergangsgebiet anzusprechen ist, so machte sich auf den Ökonomien der A. G. für Zuckerindustrie, welche damals in verschiedenen Teilen Südmährens und in der Slowakei lagen, der Einfluß des Trockenklimas häufig in sehr krasser Weise geltend.

Gegenüber den Roggen- und Hafersorten mit ihrer großen ökologischen Streubreite — der Petkuser Roggen umfaßt heute über $^3/_4$ des gesamten Roggenbestandes im Großdeutschen Reiche und der Siegeshafer wird ebenfalls in allen Gebieten Deutschlands mit Erfolg angebaut — sind die Weizen- und Gerstensorten nur wenig plastisch und haben eine gebietsmäßig begrenzte Bedeutung (euritope und stenotope Pflanzenformen nach Stebutt). Sie stehen in ihrem Wachstumsrhythmus in engem Zusammenhange mit den jeweils vorherrschenden Klimabedingungen und ihre Ertragssicherheit nimmt bei der Übertragung in fremde Klimagebiete sehr rasch ab. Im Steppen- und Übergangsklima von Südmähren spielt der Faktor Wasser bei der Weizenzüchtung eine ausschlaggebende Rolle und die in diesen Gebieten einheimischen und hier ertragssicheren Sorten müssen weitgehend an die mangelhafte Feuchtigkeitsversorgung angepaßt sein. Letztere ist bedingt durch die relativ geringe Höhe der Jahresniederschläge und deren ungünstige Verteilung, sowie durch die hohe Wärmesumme und die starke Insolation während der Hauptvegetationszeit. Kahlfröste im Winter und ersten Frühjahr, lang andauernde Hitze- und Trockenperioden im Juni und Juli und die damit zusammenhängende mangelnde Taubildung und geringe Luftfeuchtigkeit verleihen dem Trockenklima seinen besonderen Charakter und verkürzen in einschneidender Weise die dem Getreide zur Verfügung stehende Vegetationszeit. Der kalte und trockene Winter verursacht das sogenannte Auswintern der Saat, meist nicht durch die direkte Frosteinwirkung bedingt, sondern eine Folgeerscheinung der fehlenden Feuchtigkeit. Es geht im Frühjahr vor sich, wenn die unzureichend bewurzelten und schlecht im Boden verankerten Weizenpflänzchen vom Frost aufgezogen werden, wobei die Wurzeln zum Teil zerreißen und die Verbindung mit dem Boden häufig bis auf einen Wurzelfaden reduziert wird. Hierzu kommt noch, daß im Frühjahr nicht selten die obere Bodenschicht abgeweht und die Wurzel bloßgelegt wird. Es ist begreiflich, daß infolge dieser Vorgänge die Wasserzufuhr so stark beeinträchtigt werden kann, daß die Pflanzen an Wassermangel absterben. Die nächtlichen Kahlfröste in Verbindung mit starker Erwärmung während des Tages können Saaten, welche im übrigen ganz gut den Winter überdauert haben, erheblichen Schaden zufügen.

Die angedeuteten klimatischen Verhältnisse bestimmen ausschlaggebend die Hauptziele unserer Weizenzüchtung. Sie erfordern gebieterisch eine bedeutende Winterfestigkeit unserer Weizensorten, also vor allem eine möglichst tiefe Lage des Vegetationspunktes der jungen Pflanze. Die meist geringen Niederschläge in den Frühjahrsmonaten zwingt die Weizen des kontinentalen Klimas zu starker Bewurzelung, besonders nach der Tiefe hin, um die im Boden vorhandene meist spärliche Winterfeuchtigkeit soweit als möglich auszunützen, sowie zu einer Herabsetzung der Transpiration. Die wasserverdunstende Blattoberfläche muß daher so gering als möglich sein.

das Blatt schmal, sich an den Boden anschmiegend. Das Ausschossen muß bei sparsamstem Wasserverbrauch rasch vor sich gehen und die Kürze der Vegetationsperiode bedingt Frühreife und Verkürzung der Wachstumsphase zwischen Blüte und Körnerreife. Von besonderer Bedeutung ist auch der Umstand, daß kurzlebige Sorten im Trockenklima meist widerstandsfähiger gegen Schwarzrostbefall sind und außerdem in geringerem Maße durch die Getreidehalmfliege zu leiden haben als spätreife Sorten.

Das Trockenklima hat mit den klimatischen Verhältnissen in höheren Lagen die kurze Vegetationszeit gemeinsam. Auch im Gebirge mit seinem späten Frühjahrsbeginn ist der frühreife Weizen dem später reifenden weit überlegen und die Zuchtziele beider Klimazonen stimmen trotz ganz verschiedener ursächlicher Voraussetzungen in diesem Punkte überein. Hingegen unterscheidet sich das Trockenklima sehr scharf von dem Gebirgsklima durch die Temperaturhöhe im Sommer, auch dann, wenn in Höhe und Verteilung der Niederschläge keine wesentlichen Unterschiede bestehen. So sind zum Beispiel manche Gebiete des böhmisch-mährischen Höchenzuges durchaus nicht als Trockengebiete im geschilderten Sinne anzusehen, obzwar ihre Niederschlagsverhältnisse von denen Südmährens nur wenig abweichen.

Wir sehen also, daß Winterfestigkeit und Frühreife die wesentlichsten Merkmale der kontinentalen Weizensorten darstellen, sie sind die wichtigsten Erscheinungsformen der in unserem Klimagebiet notwendigen Trockenheitsresistenz der Weizensorten. Nach dem Gesagten ist es begreiflich, daß sich im Trockenklima ein besonderer Formenkreis des Weizens herausgebildet hat. Es sind dies die Weizensorten des europäischen Südostens, als deren extreme Vertreter zum Beispiel der Theißweizen, der Bankutweizen und ähnliche Sorten genannt werden können. Vorherrschend bei diesen Sorten ist die begrannte, lockere, verhältnismäßig schwach besetzte Ähre. Sie bestocken sich sehr gut und ihre Bestandesdichte, d. h. die Anzahl der Halme je Flächeneinheit ist bedeutend. Die Halmentwicklung ist schwächer, die Neigung zur Lagerung daher größer, jedoch sind die Halme elastisch (drahtig) und vermögen sich nach Lagerung wieder aufzurichten. Der Einzelährenertrag ist relativ geringer, ebenso ihre absolute Ertragsfähigkeit. Die Qualität des Kornes ist zumeist eine besonders gute, mit einem hohen Hektolitergewicht steht Härte. Glasigkeit und Glanz in Verbindung. Bei höherem Klebergehalt und größerem Quellungsvermögen des Klebers besitzen sie eine sehr gute Backfähigkeit. Das Trockenklima begünstigt sowohl qualitativ als auch quantitativ die Kleberausbildung und nach Süden und Osten fortschreitend kann eine allgemeine Verbesserung der Kornqualität festgestellt werden.

Im Gegensatz zu dieser Formengruppe der kontinentalen Weizen steht der Weizen feuchter Klimate, als dessen typische Vertreter die verschiedenen Formen des Dickkopfweizens zu nennen sind. Angepaßt an die Bedingungen des Westens und Nordwestens Europas ist hier die für das Trockengebiet typische völlige Unterbrechung der Vegetation während der Wintermonate nicht so ausgeprägt, im milden Seeklima oder unter der schützenden Schneedecke geht die Wachstumsentwicklung weiter. Die günstige und ständig ausreichende Wasserversorgung im Frühjahr und Sommer und der hohe Feuchtigkeitsgehalt der Luft verlängern die Vegetationszeit des Weizens erheblich und ermöglichen eine weit robustere üppigere Ausbildung der Pflanze und aller ihrer Teile. Der steife Halm bedingt eine bedeutende Lagerfestigkeit, die große Assimilationsfläche der breiten Blätter führt zur Ausbildung einer dichteren, sehr gut besetzten

Ähre und eines in der Regel schwereren Kornes. Die absolute Ertragsfähigkeit ist hoch und übertrifft jene der Kontinentalweizen. Die reichliche Wasserversorgung schafft die Vorbedingungen für eine weitgehende Ausnützung hoher Kunstdüngergaben und infolge der größeren Lagerfestigkeit kann vor allem die Zufuhr an Stickstoffdüngemitteln wesentlich erhöht werden. Die Kornqualität dieser Weizen bleibt allerdings hinter jener der Trockengebietsweizen meist weit zurück. Das spezifische Gewicht des Kornes sowie sein Proteingehalt sinken herab.

Die absolut höheren Erträge der Dickkopfweizen gegenüber den südöstlichen Landsorten hat von alters her dazu geführt, diese Weizen auch in Trockengebieten zu kultivieren. Zahlreiche Weizen deutschen, französischen und englischen Ursprunges wurden zu verschiedenen Zeiten bei uns gebaut und auf ihre Akklimatisationsfähigkeit geprüft. Immer wieder mußte aber festgestellt werden, daß die hochertragsfähigen westlichen Weizenformen nur in Ausnahmefällen ihre volle Produktionsfähigkeit zu entfalten vermochten. Ihre mangelnde Winterfestigkeit führte häufig zu ausgebreiteten Auswinterungsschäden. Wenn nach einem milden Winter. entsprechender Schneebedeckung und genügenden Niederschlägen im Frühjahr diese Weizen gut überwintern konnten, so reichten die Niederschläge während des Schossens nicht aus, um aus den angesetzten Bestockungstrieben vollwertige Halme entstehen zu lassen. Die Ährenzahl je Flächeneinheit blieb hinter jener der einheimischen Sorten zurück und die größeren Einzelährenerträge genügten nicht, um den Ausfall an Ähren wettzumachen, vorausgesetzt, daß das Korn überhaupt auszureifen vermochte. Dies war aber häufig nicht der Fall, infolge Hitze und Trockenheit vor der Ernte trat „Notreife" ein. Dazu kam noch, daß die sich langsam entwickelnden Nachschosser der Pflanzen vielfach von der Getreidehalmfliege befallen wurden und dann für die Kornproduktion überhaupt verloren gingen. Mit der Spätreife nahm auch die Schwarzrostgefahr zu. Daß auf diese Weise die Kornqualität schwerste Einbuße erlitt, liegt auf der Hand. Eine einzige Dickkopfweizensorte, nämlich Rimpaus Bastard, konnte bei uns in Niederungslagen und auf feuchteren Böden eine gewisse Verbreitung gewinnen und ich verweise in diesem Zusammenhange auf die erfolgreiche Züchtung des aus Rimpaus Bastard hervorgegangenen, relativ frühreifen Dickkopfweizens „Wischenauer RB" durch die Graf Spiegel-Diesenbergsche Saatzuchtwirtschaft in Wischenau.

Die sich stets wiederholenden gleichgerichteten Erfahrungen veranlaßten die Weizenzüchtung im Trockenklima, auf dem vorhandenen einheimischen Formenmaterial aufzubauen und entweder die Landsorten durch entsprechende Selektionsmaßnahmen zu verbessern oder durch Verkreuzung derselben mit gewissen fremden Sorten zu versuchen, die zugegebenen Mängel derselben zu beseitigen. Wurden hierbei extreme Vertreter der beiden Formengruppen verwendet, so kam es selten zu befriedigenden Ergebnissen, um so seltener, je stärker sich die beiden Kreuzungskomponenten in morphologischer und physiologischer Hinsicht voneinander unterschieden. Wir haben ja gesehen, daß gewisse Eigenschaftskomplexe miteinander gekoppelt sind, zum Beispiel Frühreife und Schwachhalmigkeit, und es liegt auf der Hand, daß die Koppelungen, weil klimabedingt, nur sehr schwer gebrochen werden können. Es gelingt zwar, die Lagerfestigkeit zu erhöhen, jedoch geht dies zumeist auf Kosten der Frühreife und der Kornqualität. Man ist geneigt, zumal in Mangelzeiten, der Forderung nach hoher Kornqualität eine geringere Bedeutung beizumessen.

Bei normaler Versorgungslage ist aber zweifellos ein wichtiges nationales Interesse vorhanden, auf eigenem Gebiet Qualitätsweizen zu erzeugen und damit die Einfuhr desselben herabzusetzen. Da die Gebiete des Großdeutschen Reiches, welche Qualitätsweizen zu erzeugen in der Lage sind, nur eine beschränkte Ausdehnung besitzen, so sind hier solche Weizen von besonderer Bedeutung und der Züchter muß bemüht sein, die gegebenen klimatischen Möglichkeiten voll auszunützen. Die Weizenzüchtung im Trockengebiete sieht sich also der schwierigen Aufgabe gegenüber, die Ertragsfähigkeit der Weizensorten zu steigern und ihnen eine genügende Lagerfestigkeit zu geben, ohne dabei das Zuchtziel der Qualität zu vernachlässigen. Die sinnvolle Kombinationszüchtung gibt uns die Möglichkeit, diesem Ziele nachzustreben, wobei wir uns bei der Auswahl der Elternsorten der Beziehungen zwischen den Leistungseigenschaften des Weizens und dem Klimacharakter stets voll bewußt bleiben müssen. Es existiert nun von dem sehr frühreifen, lockerährigen, ertragsschwachen Steppenweizen angefangen bis zu dem anspruchsvollen, dichtährigen, hoch ertragsfähigen Dickkopfweizen eine Fülle von Zwischen- und Übergangstypen, entsprechend den vielen Erscheinungsformen des Klimas. Im engumgrenzten Gebiete von Südmähren selbst ist der Klimacharakter durchaus nicht einheitlich, er wird von der Gestaltung der Bodenoberfläche, den Flußläufen und der Bewaldung stark modifiziert. Seine Auswirkungen auf die Pflanzenwelt sind weitgehend von der Bodenart, der Untergrundbeschaffenheit, dem Kulturzustande und der Höhe des Grundwasserspiegels abhängig. So besteht ein schwerwiegender Unterschied zwischen einem tief gelegenen, schwer durchlässigen Teichboden mit mächtiger, humusreicher Ackerkrume und hohem Grundwasserstand und einem seichtgründigen, durchlässigen, austrocknenden „Hochfeld". Auf letzterem Boden vermag zum Beispiel nur eine besondere frühreife und trockenfeste Weizensorte sichere, wenn auch geringere Erträge zu geben, während auf diesem Boden anspruchsvollere, später reifende Weizen notreif werden. Umgekehrt lagert in demselben Klimabezirk der Kontinentalweizen und wird von Vertretern der zweiten Weizengruppe im Ertrage geschlagen, wenn er auf Teichböden angebaut wurde. Dieselben Beziehungen ergeben sich zwischen armen, ungenügend mit Nährstoffen versorgten und gut gedüngten, in guter Kultur befindlichen Böden. Professor F. Schindler hat in seinem Werke: „Der Weizen in seinen Beziehungen zum Klima und das Gesetz der Korrelation" als erster diese Zusammenhänge zwischen Klima und Weizensorte erkannt und wissenschaftlich begründet. Alle späteren züchterischen Bestrebungen bauen auf den von ihm bereits in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts klar erkannten Beziehungen zwischen absolutem Korngewicht und Ertrag, Frühreife, Winterfestigkeit und Kornqualität einerseits und den klimatischen und Witterungseinflüssen andererseits auf.

Die mangelnde Lagerfestigkeit macht die extremen Kontinentalweizen für den Anbau auf besseren Böden und bei feuchten Klimaverhältnissen untauglich. Sie führt, wenn die Lagerung vor der Körnerentwicklung oder gar vor der Blüte eintritt, zu Ertragsschädigungen und erschwert die maschinelle Ernte. Der letzterwähnte Umstand ist gerade jetzt bei dem großen Mangel an Arbeitern und der Kostspieligkeit der Handarbeit der wichtigste Einwand, welcher gegen den Anbau von schwachhalmigen Weizensorten erhoben wird. Er ist gewiß voll berechtigt und lagerfeste Sorten verdienen den Vorzug, insoweit sie auch alle anderen Bedingungen erfüllen, welche an den Weizen des Trockengebietes gestellt werden

müssen, nämlich befriedigender und sicherer Ertrag, Frühreife, Winterfestigkeit und gute Kornqualität. Leider ist eine optimale Verbindung aller dieser Eigenschaften bisher noch nicht erzielt worden und alle Leistungen der Züchtung auf diesem Gebiete können nur als Kompromißlösungen angesprochen werden, obwohl bedeutsame Züchtungsfortschritte nicht in Abrede zu stellen sind. Eine mäßige Lagerneigung kann und muß aber bei den Weizensorten des Trockengebietes mit in Kauf genommen werden. Sie ist übrigens hier von geringerer Bedeutung als etwa im feuchten Seeklima und eine etwaige Lagerung, wenn sie erst in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium eintritt, wirkt sich bei weitem nicht so schädlich aus, wie dies bei den spätreifen Weizen der Fall ist. Außerdem behindert eine mäßige Lagerung die Erntearbeiten dank der technischen Fortschritte unserer Erntemaschinen nur in geringem Maße.

Die Eigenart des Trockengebietsweizens bedingt auch gewisse Maßnahmen der Anbautechnik. In bezug auf die Anbauzeit ist er ziemlich unempfindlich, er verträgt auch sehr späte Anbautermine ganz gut und ist befähigt, unter günstigen Umständen auch dann noch volle Erträge zu bringen, wenn der Aufgang der Saat erst unter der Schneedecke erfolgt. Die Saatdichte und die damit im Zusammenhang stehende Reihenweite waren Gegenstand eigener, in den Jahren 1929—1931 durchgeführter Feldversuche. Die Versuchsparzellen mit Reihenweiten von 20 cm und 25 cm wurden behackt, die Vergleichsparzellen und jene mit engeren Reihenweiten geeggt. Drillweiten von 20 cm und darüber bewährten sich nicht, ebensowenig zu geringe Aussaatmengen. Die Pflanzen vermochten den größeren Standraum nicht auszunützen und die Halmzahl je Flächeneinheit blieb gering. Durch größere Reihenweiten begünstigte stärkere Bestockung führte nur zur Entwicklung von Kümmerähren und erhöhte den Chloropsbefall. Aus demselben Grunde blieb auch die Behackung bei weiterer Reihenstellung erfolglos, respektive die wachstumsfördernde Wirkung der Bodenlockerung und Krustenbekämpfung konnte durch das Übereggen des Weizens billiger als durch die Hackkultur erzielt werden. Besonders deutlich waren diese Zusammenhänge bei dem schwächer bestockenden, später reifenden, weniger trockenfesten Rimpaus Bastardweizen. Allerdings gelten diese Versuchsergebnisse nur für ausgesprochene Trockenlagen, auf feuchten Teichböden und in Jahren mit größeren und gut verteilten Niederschlägen kann die Behackung des Winterweizens auch im Trockengebiet erfolgreich sein und ertragsfördernd wirken, vorausgesetzt, daß gut bestockende Weizensorten verwendet werden. Auch von den Landwirtschaftlichen Landesforschungsanstalten in Brünn wurden in den Jahren 1927—1933 in Schabschitz, Groß Paulowitz, Wischau und Neuhof bei Olmütz ähnliche Versuche durchgeführt. Die Ergebnisse derselben wurden bisher nicht veröffentlicht, sie decken sich aber nach mündlichen Mitteilungen mit jenen der eigenen Versuche.

Von 1930—1932 wurde der gesamte Fragenkomplex auch in Mikroversuchen bei Verwendung von Lattensaat im Zuchtgarten in Seelowitz unter Benützung der Pflanzweiten 5 × 10 cm, 5 × 15 cm und 5 × 20 cm geprüft. In den Versuchen standen drei Weizensorten, und zwar der extrem kontinentale Szekacsweizen, der Seelowitzer Jubiläumsbart und der Squareheadweizen Rimpaus Bastard. In nachstehender Tabelle sind die Resultate dieser dreijährigen Standweitenversuche in Durchschnittszahlen angegeben. Niederschläge und Temperaturen trugen in allen drei Versuchsjahren einen ausgesprochen kontinentalen Charakter. Der Boden

des Versuchsfeldes war ein durchlässiger, zur Verkrustung neigender sandiger Lehm.

| Sorte | Reihenweite cm | Körnerertrag g/1 m² | Ährenzahl 1 m² | Einzelährenertrag g |
|---|---|---|---|---|
| Szekacsbartweizen . . . . . | 5 × 10 | 363 | 370 | 0.98 |
| | 5 × 15 | 354 | 365 | 0,97 |
| | 5 × 20 | 358 | 351 | 1,02 |
| Seelowitzer Jubiläumsbartweizen . | 5 × 10 | 376 | 324 | 1,16 |
| | 5 × 15 | 378 | 315 | 1,20 |
| | 5 × 20 | 360 | 288 | 1,25 |
| Rimpaus Bastardweizen . . . | 5 × 10 | 340 | 288 | 1,18 |
| | 5 × 15 | 319 | 275 | 1,16 |
| | 5 × 20 | 272 | 252 | 1,08 |

Bei Rimpaus Bastardweizen wurden die besten Erträge bei der engsten Pflanzweite von 5 × 10 cm erzielt, bei den Kontinentalweizen blieb die Vergrößerung der Reihenweite auf 15 cm ohne Einfluß auf den Ertrag. Die Pflanzweite von 5 × 20 cm setzte die Bestandesdichte herab und da der Einzelährenertrag nur unbedeutend anstieg, verringerte sich der Flächenertrag. Rimpaus Bastardweizen wies schon bei der Reihenentfernung von 15 cm einen Abfall der Bestandesdichte und eine Ertragsdepression auf. Bei 20 cm weiten Reihen blieb der Bestand in allen drei Versuchsjahren schütter und der Ertrag gering. Das allgemeine Ertragsniveau war bei Jubiläumsbartweizen am höchsten, in kurzem Abstande folgte Szekacs und an letzter Stelle stand bei gleichen Pflanzweiten Rimpaus Bastard, dessen relativer Ertragsrückgang sich mit zunehmender Reihenentfernung verstärkte.

Die Zahl der Ähren je Flächeneinheit ist für die einzelne Sorte charakteristisch und ein Ausdruck für den Wasserbedarf derselben. Je mehr Halme die Einzelpflanze durch weite Reihenstellung auszubilden veranlaßt wird, desto mehr kommt der Faktor Wasser ins Minimum und es ist einleuchtend, daß Kontinentalweizen vermöge ihres sparsameren Wasserhaushaltes mehr Schoßtriebe je Pflanze entwickeln können als langlebige, anspruchsvollere Sorten. Eine Vergrößerung des Standraumes kann also durch erhöhte Bestockung um so weniger ausgenützt werden, je größere Ansprüche die verwendete Sorte an die Wasserversorgung stellt. Im Trockenklima ist es daher vorteilhafter, das Maximum der erreichbaren Bestandesdichte durch eine größere Zahl an Pflanzen anzustreben als durch Herbeiführung einer verstärkten Bestockung der einzelnen Pflanze. Am zweckmäßigsten erscheint es, wenn die Pflanzen im Quadratverbande stehen, so daß sie gleich große Wachstumsräume zur Verfügung haben. Dieser Forderung wird durch die Einzelkornsaat am besten entsprochen. Leider kann die Praxis aus technischen Gründen von dieser Möglichkeit vorläufig keinen Gebrauch machen. Annäherungsweise werden die günstigsten Wachstumsbedingungen gleicher Standräume geschaffen, wenn bei engster Reihenstellung in der Reihe selbst möglichst dünn gesäet wird, so daß zum Beispiel eine Aussaatmenge von 120—130 kg je 1 ha auf 10—12 cm voneinander entfernte Reihen auf das Feld verteilt wird. Nach meinen Erfahrungen kann auf diese Weise die Bestandesdichte beträchtlich gesteigert und gleichzeitig die Lagergefahr herabgesetzt werden, da freistehende, wenn auch in engem Verband befindliche Pflanzen, welche also

nicht wie in der üblichen Drillreihe eng zusammengedrängt sind und einander im Wachstum behindern, den Lagerungseinflüssen besser Widerstand leisten. Auch die Düngung und der Kulturzustand des Bodens, sowie die Vorfrucht beeinflussen den Grad der Lagerung. Einseitig hohe Stickstoffgaben wirken wachstumsverlängernd und leisten der Lagerungsgefahr Vorschub. Sie erhöhen außerdem den Rost- und Chloropsbefall. Hingegen wirkt eine harmonische Düngung mit allen drei Pflanzennährstoffen, vor allem reichliche Kalizufuhr, der Lagerung entgegen. Einer allgemeinen Erhöhung der bisher bei uns üblichen Kunstdüngergaben, welche in gut geleiteten Wirtschaften etwa 50 kg $P_2O_5$, 60 kg $K_2O$ und 20—30 kg N betrugen, ist unbedingt das Wort zu reden, denn sie vermag nicht nur die Erträge zu erhöhen, sondern wirkt sich auch in günstigster Weise auf den Proteingehalt des Kornes aus. Wieweit diese Erhöhung der Düngergaben gehen darf, ist von dem Klimacharakter und dem Bodenzustand, sowie von der Sorte abhängig und wird weitgehend von der jeweiligen Jahreswitterung beeinflußt. Diese Frage kann nur durch an Ort und Stelle durchgeführte Düngungsversuche beantwortet werden. Dem Züchter erwächst auch in dieser Hinsicht die wichtige Aufgabe, die Fähigkeit der Sorten, starke Düngungen gut auszunützen, zu erhöhen. Es wäre daher vollkommen verfehlt, den Zuchtgarten und die Vermehrungsflächen spärlich zu düngen, um damit etwa besonders anspruchslose Sorten zu gewinnen, es muß im Gegenteil auf den Zuchtflächen eine kräftige Düngung platzgreifen, denn die hochgezüchtete Sorte soll ja gerade auf intensiv bearbeiteten und maximal gedüngten Böden Höchsterträge hervorbringen.

Diese kurz skizzierten Gesichtspunkte, welche auf Vollständigkeit keinerlei Anspruch machen können, werden von der Weizenzüchtung im Trockengebiet mit mehr oder weniger Erfolg zur Anwendung gebracht. Als Beispiel des Werdeganges der Züchtung unseres Klimagebietes will ich im Folgenden einen gedrängten Überblick über die Tätigkeit der Pflanzenzuchtstation in Seelowitz bei Brünn geben. Als im Jahre 1923 mit der Weizenzüchtung begonnen wurde, waren auf den Ökonomien der A. G. für Zuckerindustrie lediglich Diosegher Bartweizen und Rimpaus Bastard und in Frainspitz bei Mährisch-Kromau außerdem noch die Landsorte südmährischer (Lodenitzer) Glattweizen verbreitet. Rimpaus Bastard wurde lediglich auf den schweren fruchtbaren Teichlagen von Großhof bei Pohrlitz mit hohem Grundwasserstand angebaut und ergab dort sehr hohe Erträge, die vom Diosegher nicht erreicht werden konnten. Das erste Ausgangsmaterial der Seelowitzer Weizenzüchtung waren weiß- und braunspelzige Zuchtlinien des veredelten Marchfelder Bartweizens, welche mir von Hofrat Tschermak zur weiteren züchterischen Bearbeitung überlassen worden waren. Unter diesen befand sich eine Linie, welche in Leistungsprüfungen und Versuchen sich als besonders ertragreich erwies und im Jahre 1928 unter der Bezeichnung Seelowitzer Jubiläumsbartweizen als Originalsorte (Hochzucht) anerkannt wurde. Dieser Weizen gehört dem Formenkreise der ungarischen Landsorten an, besitzt aber die Fähigkeit, gute Boden- und Düngungsverhältnisse voll auszunützen. Er gibt auf guten Mittelböden in Süd- und Mittelmähren Höchsterträge und konnte selbst auf den Teichböden in Großhof den Rimpau Bastardweizen im Kornertrage übertreffen. Hektarerträge über 40 dz waren durchaus keine Seltenheit und der langjährige Durchschnitt betrug immerhin mehr als 33 dz/ha. In der folgenden Übersichtstabelle sind die durchschnittlichen Hektarerträge von Rimpaus Bastard, Diosegher Bart- und Jubiläumsbart-

weizen auf den Teichböden in Großhof in den Jahren 1926—1933 ersichtlich gemacht.

| | Rimpaus Bastard dz | Diosegher Bart dz | Jubiläumsbart dz |
|---|---|---|---|
| 1925/26 . . . . . | 31,38 | 27,86 | — |
| 1926/27 . . . . . | 34,89 | 27,36 | — |
| 1927/28 . . . . . | 30,97 | 31,31 | — |
| 1928/29 . . . . . | 32,75 | 27,01 | 36,32 |
| 1929/30 . . . . . | 38,73 | 29,52 | 36,29 |
| 1930/31 . . . . . | 27,67 | 27,41 | 28,96 |
| 1931/32 . . . . . | 32,50 | 28,24 | 32,37 |
| 1932/33 . . . . . | 34,44 | 34,83 | 36,63 |

Zum besseren Verständnis dieser Ertragsziffern sei bemerkt, daß sich dieselben auf ausgesprochene Teichlagen in Großhof beziehen, wobei dem Rimpau Bastardweizen stets feuchtere Standorte und die schwersten Böden und dem Diosegher die relativ leichtesten Teichböden zugewiesen worden waren. In Kornqualität und Winterfestigkeit übertrifft der Jubiläumsweizen den Rimpau Bastardweizen, besitzt aber eine erheblich geringere Lagerfestigkeit als dieser. Im Klebergehalt und besonders in der Kleberqualität steht er dem Diosegher Weizen nach. Die Zuchtstation versuchte nun, auf dem Wege der Kombinationszüchtung die Lagerfestigkeit und die Kornbeschaffenheit des Jubiläumsweizens zu verbessern, dabei aber seine hohe Ertragsfähigkeit zu erhalten. Durch jahrelange Bemühungen gelang es, zunächst in bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegen das Lagern Fortschritte zu erzielen. Es entstand der Seelowitzer Jubiläumsweizen II als Produkt einer Kreuzung zwischen dem Jubiläumsweizen und einem russischen frühreifen, mitteldichtährigen, begrannten Weizen unbekannter Herkunft. Jubiläumsbartweizen II zeigt in Frühreife und Winterhärte durchaus den Charakter des kontinentalen Weizens bei mittlerer Ährendichte, durch Halmverkürzung konnte aber die Lagerfestigkeit wesentlich gesteigert werden. Die Korngröße ist unverändert geblieben, ebenso der Klebergehalt und die Kleberqualität. Seit dem Jahre 1936 konnten aus verschiedenen Neukreuzungen Weizenlinien isoliert werden, welche die angestrebten Leistungseigenschaften: Lagerfestigkeit, hoher Ertrag und gute Kornqualität, in befriedigendem Maße in sich vereinigen. Im Jahre 1940 wurde dem Seelowitzer Imperialbartweizen die Originalität (Hochzucht) zuerkannt, einer Kreuzung zwischen (Szekacs × Tschermaks Non plus ultra) × (Tschermaks Excelsior × Jubiläumsbartweizen), von welcher bisher zwei Stämme in größeren Vermehrungen vorhanden sind. Beiden Stämmen sind besondere Frühreife, ein kleineres, dunkelrotes Korn von gutem Glanz, sehr hohem Klebergehalt und einer Quellungszahl von 16—20 gemeinsam. Sie entsprechen daher den Anforderungen, welche an den sogenannten „Kleberweizen" gestellt werden. Der Stamm 2336 besitzt ausgesprochenen Kontinentalcharakter mit schwächerer Ähre und mittlerer Lagerfestigkeit, sowie guter Bestockung und Bestandesdichte. Er zeichnet sich durch Unempfindlichkeit gegen Kahlfröste aus und überstand auch den Winter 1939/40 ohne nennenswerte Schädigungen. Stamm 2036 ist widerstandsfähig gegen Lagerung, er bestockt sich sehr gut und seine Ähre ist dichter und gut besetzt. Sehr wertvolle Ergebnisse konnten weiter durch die Verkreuzung von Jubiläumsbart- II mit Diosegher Bartweizen und dem ungarischen lagerfesten Glattweizen Perbete Nr. 3 erzielt werden.

Es bleibt den im Gang befindlichen Leistungsprüfungen überlassen, die Frage zu klären, welche von den zahlreichen neuen Weizenformen am besten unseren Zuchtzielen entspricht. Ausgehend von dem bereits erwähnten südmährischen Glattweizen wurden neue grannenlose Weizenformen mit lockerer und mitteldichter Ähre gewonnen, wie der südmährische Glattweizen II, eine Kreuzung zwischen der südmährischen grannenlosen Landsorte mit Jubiläumsbartweizen, und der Mittelgebirgsweizen (Podhorka), ebenfalls derselben Kreuzung entstammend. Der erstgenannte Glattweizen lagert stärker, befriedigt aber auf mittleren und leichteren Böden durch hohe, sichere Erträge und ist in den Kreisen Znaim und Nikolsburg sehr verbreitet. Mittelgebirgsweizen ist gut lagerfest und sehr frühreif und hat sich besonders in höheren Lagen mit niedrigeren Sommertemperaturen als sehr wertvoll erwiesen. Er vermochte an vielen Orten des böhmisch-mährischen Höhenzuges und im Gebiete der sogenannten kleinen Hanna die dort bisher gebauten später reifenden Weizensorten zu verdrängen.

Gleichzeitig mit dem Winterweizen wurde auch der Sommerweizen in Südmähren von einigen Zuchtstationen mit großem Erfolge züchterisch bearbeitet. Der Sommerweizenbau hat für unsere Gebiete nur bedingte Bedeutung. Er ist in Gegenden unersetzlich, wo der Winterweizen aus klimatischen Gründen nicht mehr mit Erfolg gebaut werden kann. Dies ist in den extremen Steppengebieten der Ostukraine und Kanadas der Fall, wo der Winterweizen infolge des harten Steppenwinters und der Frühjahrsspätfröste nicht zu überwintern vermag. In unserem Klimagebiete hingegen kann der Sommerweizen die Winterform ertragsmäßig nicht ersetzen, obwohl er diese in der Qualität des Kornes meist übertrifft. Sein Anbau kommt bei uns nur unter bestimmten Voraussetzungen in Betracht. Wenn infolge ungünstiger Witterung im Spätherbste nach einer spät das Feld räumenden Hackfrucht der Winterweizen nicht mehr ausgesäet werden kann, so bietet der Sommerweizen einen Ersatz für den Ausfall an der vorgesehenen Winterweizenfläche. Auf schweren, feuchten Teichböden ist es zweckmäßig, als Sommerfrucht Weizen anstatt Gerste anzubauen, da die Lagergefahr bei letzterer im allgemeinen größer ist. Auf solchen Böden können seine Erträge bei richtiger Sortenwahl und frühzeitigem Anbau so hoch ansteigen, daß seine Kultur betriebswirtschaftlich gerechtfertigt erscheint. Auch bei der Züchtung des Sommerweizens schreibt uns das Klima den Weg vor, den wir einzuschlagen haben. Analog wie bei der Winterform konnte in zahlreichen Versuchen festgestellt werden, daß die westlichen, langlebigen Typen in unserem Klima versagen und nur die kontinentalen frühreifen, kleinkörnigen Sommerweizen ertragssicher sind. Der ursprünglich in Südmähren gebaute Landsommerweizen, eine begrannte, schwach- und lockerährige Form, ist der durch die sommerliche Hitze und Trockenheit verkürzten Vegetationszeit sehr gut angepaßt, seine Kornqualität ist aber nur als mittelgut zu bezeichnen. Die vornehmlichste Aufgabe der Züchtung liegt also darin, die Qualität der Landsorte zu steigern und hiebei ihren kontinentalen Wachstumsrhythmus zu erhalten. Beispielgebend war auch hier die Arbeit Hofrat Tschermaks, welcher mit seiner Kreuzungsform Znaimer × Tucson einen sehr ertragsfähigen Sommerweizen von besonderer Korngüte schuf. Die mährischen Pflanzenzüchter schlugen ähnliche Wege ein und heute gibt es bereits eine ganze Reihe hochwertiger Sommerweizenzuchten, unter denen der Seelowitzer begrannte Vesna II und der Seelowitzer unbegrannte Lada besonders erwähnt zu werden verdienen. Beide Weizen sind aus der Kreuzung veredelte Landsorte × Janetzkis früher hervorgegangen.

Durch die Eingliederung Südmährens in das Großdeutsche Reich wurde auch die Weizenzüchtung auf vollständig neue Grundlagen gestellt. Die in Durchführung begriffenen neuen Bestimmungen über das Saatgutanerkennungsverfahren und das Sortenprüfungswesen beinhalten einen wertvollen, bisher nicht vorhandenen Schutz des Züchters und sind ein mächtiger Impuls zur Erzielung neuer züchterischer Fortschritte. Wenn aber in der Vergangenheit trotz ungünstiger wirtschaftlicher Voraussetzungen große Zuchtleistungen vollbracht werden konnten, so sind dieselben in erster Linie auf die Initiative Hofrat Tschermaks zurückzuführen. Wir verdanken ihm die klare Formulierung der durch die gegebenen Klimaverhältnisse bedingten Zuchtziele und die Erkenntnis der großen Möglichkeiten, welche die planmäßige Kombinationszüchtung darbietet.

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Versuchs- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft in Wien

# Gebirgspflanzenzüchtung mit besonderer Berücksichtigung des Getreidebaues

Von

**F. Drahorad**

(Mit 5 Abbildungen)

„Reich an wilder Schönheit, doch arm an Glücksgütern", ermöglicht das Alpenland seinen Bewohnern immer nur ein mühevolles Leben. Die Lage der landwirtschaftlichen Bevölkerung in den Alpen ist, verglichen mit jener der Landwirte in der Ebene, stets ein Ringen. Sowohl die Boden- als auch die klimatischen Verhältnisse bieten dort dem Ackerbau große Hindernisse und nur die im Kampfe mit den Elementen gestählte Körperkonstitution, gepaart mit den denkbar einfachsten Existenzansprüchen des Älplers, befähigen diesen, all die Mühen und Entbehrungen zu ertragen, welche die Bewirtschaftung eines Grundbesitzes im Gebirge mit sich bringt.

Der landwirtschaftliche Erwerb in den Alpen beschränkt sich naturgemäß auf die Viehzucht und die damit verbundene Milchwirtschaft, die beide auf dem rationellen Futterbau fußen. Doch ist daneben auch der Getreidebau für die Mehrzahl der Alpenbauern eine unbedingte Notwendigkeit. Betriebswirtschaftlich ist dies durch das Vorherrschen der schon seit Jahrhunderten bestehenden Egartwirtschaft gekennzeichnet. Bei diesem Wirtschaftssystem handelt es sich bekanntlich um die abwechselnde Nutzung des mit dem Pfluge bearbeiteten Bodens als Ackerland und Wiese, und zwar derart, daß nach einem alther übernommenen Verfahren der Acker in der Regel durch mehrere Jahre mit Getreide bebaut wird und dann der natürlichen Berasung überlassen bleibt, die sich infolge des niederschlagsreichen und feuchten Gebirgsklimas rasch vollzieht.

An Stelle dieser Naturfeldgraswirtschaft oder wilder Egart ist vielfach bereits das Kunstegartsystem getreten, bei welchem nach Aberntung der letzten Getreidefrucht die Berasung nicht der Natur allein überlassen bleibt, sondern mit einem den örtlichen Verhältnissen angepaßten künstlichen Kleegrasgemenge erfolgt. Das überwiegende Vorherrschen des Kunstegartsystems begünstigt durch eine intensivere, tiefere Bodenbearbeitung den feldmäßigen Hackfruchtbau, mit dem zwangsläufig eine gründliche Unkrautbekämpfung verbunden ist und der dem Getreidebau im Rahmen der alpinen Egartwirtschaft günstigere Vorbedingungen schafft. Die Anlage von Kunstegart gewinnt daher immer mehr an Verbreitung und ist nicht nur wegen der Steigerung der Getreideerträge im Gebirge infolge der gründlichen Bodenbearbeitung und Einführung des Hackfruchtbaues von der größten Bedeutung.

Nichtsdestoweniger dürfen wir aber den außerordentlich schweren Stand, den der Getreidebau im Gebirge hat, keineswegs unterschätzen. Das Gebirgsklima mit seinen reichlichen Niederschlägen gerade vor und während der Ernte sowie die hohe, oft bis in das späte Frühjahr andauernde Schneedecke, welche die Auswinterung und den Befall durch pilzparasitäre Krankheiten begünstigt, beeinträchtigen den Körnerbau in empfindlicher Weise. Gleich große Schwierigkeiten bereitet der Getreideproduktion die Gestaltung des Terrains. Wir finden im Gebirge Äcker, die mit einem Fuhrwerke überhaupt nicht befahren werden können und deren bergab geackerte oder vom Regen und den Schneeschmelzwässern abgeschwemmte Ackerkrume dann mühselig — oftmals sogar mittels Tragkörben — wieder bergauf befördert werden muß. Wenn unter solchen Umständen der im Gebirge wirtschaftende Landwirt in die Versuchung gerät, den Getreidebau zugunsten des Futterbaues wesentlich einzuschränken, oder gar ganz aufzulassen, so ist dies keineswegs verwunderlich. Ein vollständiger Ersatz desselben etwa durch reine Grünlandwirtschaft ist jedoch in vielen Fällen nur auf Kosten der Rentabilität möglich.

Günstiger liegen die Verhältnisse in den Haupttälern unserer Alpen, wo die Intensivierung des Getreidebaues infolge besserer Terraingestaltung mit meist ebenen Äckern und mäßig geneigten Hängen sowie auch infolge besserer Verkehrs- und Kommunikationsverhältnisse begründete Aussicht auf Erfolg hat. Für jene Bauernhöfe aber, deren Entlegenheit von größeren Ansiedlungen eine Zufuhr von Saat- und Mehlgetreide sehr erschweren, wo der Transport dieser Produkte dadurch ungemein verteuert wird und Bedarf an Streustroh besteht, bleibt wohl dem Bergbauern nichts anderes übrig, als am Getreidebau im Rahmen der alpinen Egartwirtschaft festzuhalten. Auch nach dieser Methode können befriedigende Ergebnisse erreicht werden, einerseits durch rationelle Bodenbearbeitung, die in erster Linie in der Verwendung leistungsfähiger Pflüge für das Gebirge besteht, ferner durch richtige, sachgemäße Behandlung des Stallmistes unter Vermeidung der sonst üblichen Laub- und Nadelstreu, andererseits durch Verwendung solchen Saatgutes, das durch Verbesserung der örtlichen Landrassen gewonnen wurde.

Nach den allgemeinen Erfahrungen besitzen in der Ostmark die Landsorten zufolge ihrer Frühreife, sparsamen Wasserökonomie und großen Winterfestigkeit Eigenschaften, welche sie befähigen, die unseren klimatischen Verhältnissen eigene kurze Vegetationszeit im vollsten Maße auszunützen und die häufig auftretenden Trocken- und Dürrperioden sowie die strengen Winter ohne Schaden zu überdauern, also den Anforderungen der gegebenen Boden- und Klimaverhältnisse weitgehend zu entsprechen. Hierin stehen die Landsorten gegenüber den klimafremden Sorten in einem großen Gegensatze. Denn die letzteren sind unter wesentlich abweichenden Verhältnissen gezüchtet und erfüllen daher an anderen Orten die oft gehegten Erwartungen nicht, da sie daselbst naturgemäß sehr unsichere Erträge geben und dadurch oftmals einen bedeutenden Ernteausfall bedingen, der den ökonomischen Effekt der Wirtschaft nachhaltig mindert. Die unter günstigeren Lebensbedingungen gezüchteten Sorten müssen in unseren alpin klimatischen Verhältnissen daher versagen; die Übertragung einer Sorte aus günstigen Vegetationsgebieten in ungünstigere widerspricht ganz offenkundig den durch vielfältige Erfahrungen erhärteten Grundsätzen für den Samenwechsel. Gerade im Gebirge ist schon die Übertragung einer Sorte aus einer tiefen in eine höhere Lage desselben

Tales mit großem Risiko verbunden. Die Sorte ist eben das Produkt der erzeugenden Scholle und ihrer Umweltfaktoren.

Es liegt bereits im Charakter der Landrassen, jener Form also, die seit langem in der betreffenden Gegend gebaut werden, den örtlichen Verhältnissen angepaßt und einem züchterischen Einflusse nicht unterworfen sind, daß sie im Vergleiche zu den Rassen des wärmeren Klimas einen Komplex wesentlich anderer Eigenschaften zeigen. Sie haben gegenüber letzteren vor allem einen nicht besonders langen, schwächeren Halm, der das Lagern begünstigt, der Besatz der schlanken schmächtigen Ähre ist locker, demgemäß der Ertrag niedriger, die Kornschale ist dünner, dafür aber der Klebergehalt wesentlich reicher. Gerade der dünne, zähe Halm und die schmalen, dunkelgrünen, dem Boden sich platt anschmiegenden Blätter, die Verdickung der Kutikula, bzw. des Wachsüberzuges derselben, die Zunahme der Behaarung, die verstärkte Anthocyanbildung, Frühreife zur besseren Ausnützung der im Gebirge kurzen Wachstumsperiode und der Schutz gegen Frost- und Vertrocknungsgefahr sind ein typischer Merkmalskomplex unserer einheimischen Landrassen, deren geschilderte Eigenschaften im äußeren Habitus eben aus jenen Veränderungen hervorgingen, welche wir als Anpassungseffekte an das alpine Klima bezeichnen.

Zu diesen für unsere Klimaverhältnisse sehr wichtigen Eigenschaften der Landrassen stehen deren genugsam bekannten Fehler und Mängel speziell des alpinen Landgetreides im schroffsten Gegensatz. Dies ist, wie bereits oben erwähnt, gekennzeichnet durch den mangelhaften, schartigen Besatz der Ähre, oft hervorgerufen durch klimatisch bedingte Blühhemmungen, insbesondere beim Roggen, die Schwachhalmigkeit und die damit verbundene große Neigung zur Lagerung, welche durch die im Gebirge häufiger auftretenden reichlichen Niederschläge noch verstärkt wird, wozu außerdem noch die zwangsläufig damit verbundene Überwucherung mit Unkraut und der Rostbefall kommen.

Obgleich unseren einheimischen Landrassen zweifellos diese Fehler anhaften, so gebührt ihnen trotzdem gegenüber klimafremden und ausländischen Sorten der schwerwiegende Vorzug vollkommener Anpassung an die örtlichen Umweltfaktoren. Bei den Landrassen übernahm eben die Natur Jahre hindurch gleichsam die Funktion des Züchters und eliminierte diejenigen Individuen im Bestande, die für die örtlichen Boden- und Klimaverhältnisse ungeeignet waren. Pflanzen, die großen Ansprüchen an Winterfestigkeit, einer für das Gebirge äußerst wichtigen Eigenschaft, nicht gerecht werden, frieren ab. Bei kurzen Wachstumsperioden werden solche Stämme, die einer längeren bedürfen, nicht reif und ihre vollständige Vernichtung erfolgt dadurch, daß sie gar nicht zur Fortpflanzung kommen; auch andere klimatische Einflüsse, wie z. B. langanhaltende Trockenperioden bringen zahlreiche Stämme zum Absterben.

Die züchterische Verbesserung der Landrasse muß demnach mit der Beseitigung ihrer Fehler beginnen. Und mit Recht verweisen Tschermak, Fruwirth, Schindler und Pammer darauf, daß nicht in der Verallgemeinerung, sondern in der Spezialisierung der züchterischen Arbeit für natürliche und wirtschaftlich einheitlich begrenzte Gebiete der Erfolg der Veredelungszüchtung bei unseren alpinen Getreidelandsorten liegt. Obzwar die vielen heimischen Landrassen ein schier unerschöpfliches Material für Züchtungsarbeit liefern, so wäre es doch ganz und gar verfehlt, wollte man aus der Mannigfaltigkeit der alpinen Landrassenformen

nur einzelne herausgreifen und züchterisch bearbeiten. Es muß vielmehr strenge daran festgehalten werden, nicht auf „reine Linie“ hinzuarbeiten, sondern die Landrasse in ihrer natürlichen, von den örtlichen Umweltfaktoren beeinflußten Linienmischung zu erhalten. Die Sorte ist das Produkt der erzeugenden Scholle und jede gegenteilige züchterische Bearbeitung müßte die Vernichtung der Ertragstreue und -sicherheit zur Folge haben.

Wenn wir berücksichtigen, daß der große Vorzug heimischer Landsorten, abgesehen von ihrer Frühreife, in der Ertragssicherheit besteht und diese nur dem Umstande zuzuschreiben ist, daß es in dem Gemisch von Linien und Formen, welche sie als Population kennzeichnen, immer solche gibt, die je nach dem herrschenden Witterungscharakter des Jahres Entwicklungs- und Lebensbedingungen vorfinden, welche ihnen günstig sind und deshalb ganz naturgemäß die Sicherheit des Ertrages verbürgen, so können sich unter gar keinen Umständen ausgesprochene Mißernten ergeben, so lange die betreffende Landsorte in ihrem Typus erhalten bleibt.

Die Forderung des ostmärkischen Bauern auf besondere Nachhaltigkeit der Erträge und Ertragstreue ist naturgesetzlich bedingt! Unabhängig von den jeweiligen Strömungen wird der uralte Erfahrungssatz auch für die neuzeitliche Pflanzenzüchtung weiterhin richtunggebend bleiben, daß in der Ostmark die Sicherheit der Erträge unbedingt vor der Forderung nach einseitigen Höchsterträgen geht. Das Bedürfnis des Ostmärkers und im speziellen Falle des in hochalpinen Lagen wirtschaftenden Bergbauern, nach einer größeren Sortenzahl darf daher nicht als Eigenbrödelei aufgefaßt werden, sondern ist in der besonderen Eigenart und Schwierigkeit der bergbäuerlichen Wirtschaftsverhältnisse zu suchen und begründet.

Deshalb muß der Züchter auf jeden Fall mit der Örtlichkeit vollkommen vertraut sein und vor allem danach trachten, die Formenkreise der Getreidebestände morphologisch-analytisch und physiologisch zu durchforschen, die einzelnen Typen, so wie sie die Population aufweist, in ihren Eigenschaften zu erhalten, jede derselben getrennt zu veredeln — bei Fremdbefruchtern selbstredend unter Einhaltung strengster Isolation — und derart auf die züchterisch mögliche Höchstleistung zu bringen. Wenn dieser Weg auch mühsam und zeitraubend ist, so bildet er andererseits die einzige Gewähr für die typengemäße Erhaltung der ursprünglichen, natürlichen Population, die sich durch die getrennte Veredelung der Formenkreise und deren nachfolgendes Zusammenlegen zur sogenannten „veredelten Population“ gerade bei den örtlich begrenzten Landrassen dann zweifellos in einem höheren Ertrage auswirken wird.

Jede Landrasse ist das Produkt einer Reihe natürlicher und zum Teil auch künstlich geschaffener Lebensbedingungen durch den mit den örtlichen Verhältnissen vertrauten Züchter. Deshalb muß auch die für ein bestimmtes Gebiet gezüchtete Sorte in demselben verbleiben. Denn soll sie in einer anderen Gegend auf der Höhe ihrer Leistungsfähigkeit bleiben, so müssen dort alle jene Voraussetzungen vorhanden sein, die jene bedingen. Insbesondere müssen ihr Klima und Boden in dem neuen Anbaugebiete zusagen; auch muß sie ständig demselben züchterischen Einfluß unterworfen bleiben, welcher zur Erzeugung in ihrer Heimat führte. Wird sie hingegen rücksichtslos dem Kampf ums Dasein überlassen, also immer wieder nur einfach „nachgebaut“, so muß sie die durch Zuchtwahl anerzogenen Eigenschaften und Vorzüge verlieren.

Der Wert brauchbarer Landsorten besteht besonders in ihrer Verwendbarkeit zur Kombinationszüchtung. Man kann durch künstliche Kreuzung ihre guten Eigenschaften auf Hochzuchten, denen sie fehlen,

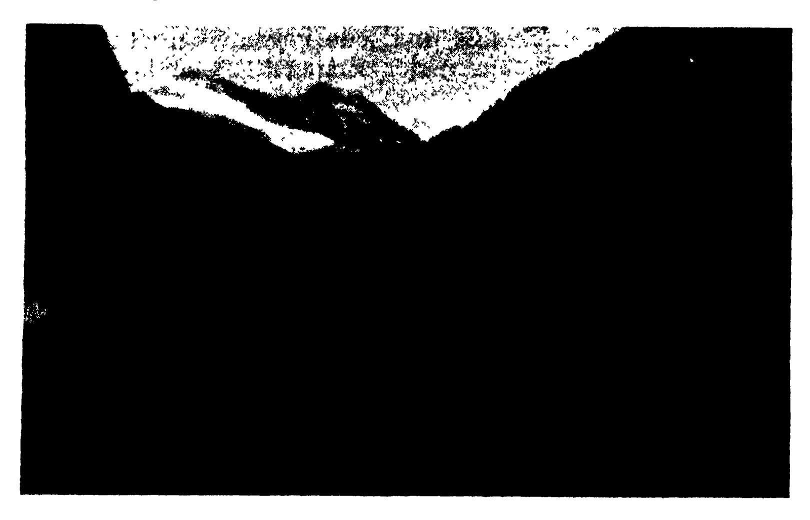


Abb. 1. Zuchtstation des Lungauer Tauern-Winterroggen, Mitterberg-Tamsweg, 1350 m Seehöhe, Salzburg

übertragen! Durch zielbewußte Bastardierung gelingt es, wertvolle Neuzuchten auch für Gegenden mit ungünstigen Verhältnissen zu erzeugen.

Ebenso große Bedeutung für den Getreidebau in den Alpen kommt der Kombinationszüchtung bereits veredelter alpiner Landsorten zu. Nur

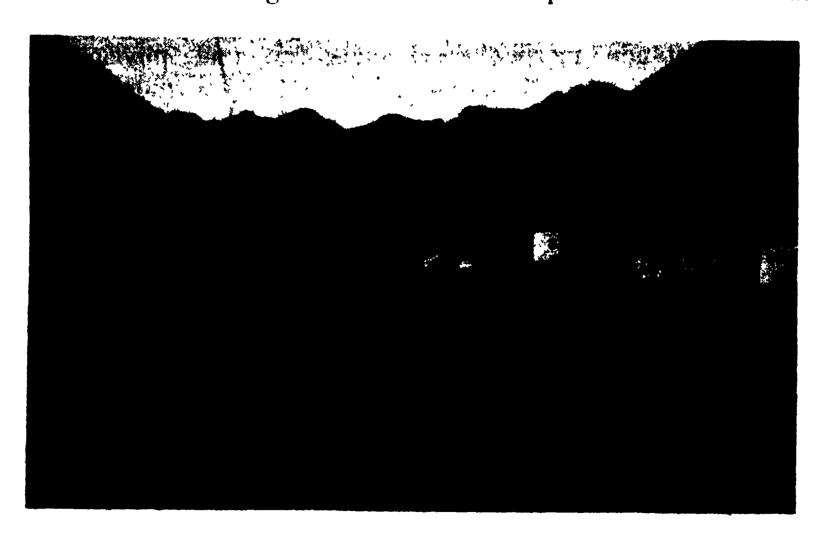


Abb. 2. Zuchtstation der Tuxer Nacktgerste in Innerschmirn bei St. Jodok am Brenner, 1450 m Seehöhe, Tirol

dadurch ist es möglich, die innerhalb eines sortengeographisch abgegrenzten Gebietes vorhandenen Landrassen auf eine noch höhere Leistungsfähigkeit zu bringen und die Erträge um ein Bedeutendes zu erhöhen. Speziell die Züchtung auf Rostimmunität durch Kombination

ist eine der allerwichtigsten Grundbedingungen, um den Getreidebau im Gebirge überhaupt rentabel zu gestalten.

Es ist heute festgestellt, daß durch Kreuzung und Mutation die Erbmasse der einzelnen Pilzarten verändert wird. In der Symbiose Wirtpflanze zu Krankheitserreger ist auf Seite des Pilzes keine Konstanz gegeben. Die einzelnen Krankheitserreger stellen Populationen dar, die Gemische zahlreicher physiologischer Rassen sind, von denen diejenigen Rassen, die auf den im Anbau befindlichen Varietäten der Nutzpflanzen gedeihen, sich stark vermehren und diejenigen Rassen, die auf diesen Varietäten schlechte Lebensbedingungen finden, unterdrückt werden. Die Pilzrassen sind infolgedessen dauernden Veränderungen unterworfen.

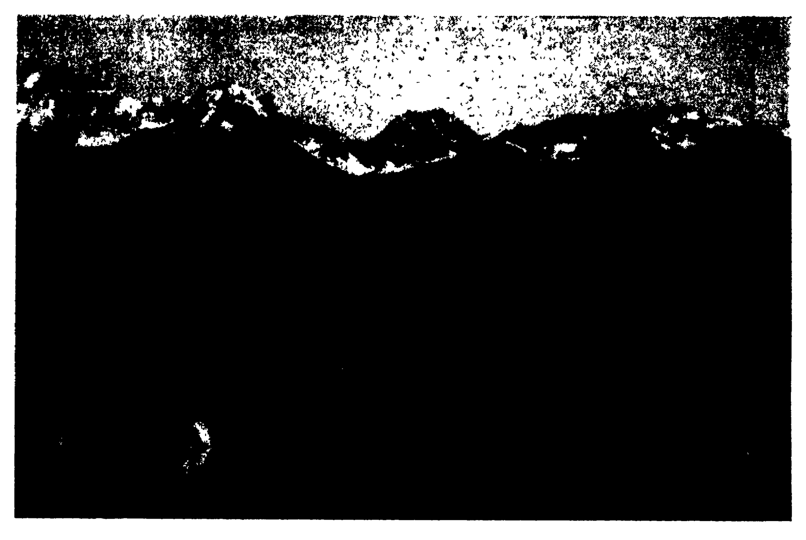


Abb. 8. Zuchtstation der Tiroler 2zeiligen Imperial-Sommergerste in Fiß, 1456 m Seehöhe, Oberinntal, Tirol

Deshalb vermag nur die weitere Errichtung alpiner Pflanzenzuchtstationen den reichen Schatz einheimischer Landrassen voll und ganz zu erschließen. Der ehemaligen Staatsanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien waren auf meine seinerzeitige Anregung hin, bereits seit dem Jahre 1924 in den einzelnen Gauen Österreichs solche Tal- und Hohezuchtstationen, wie Tamsweg (1340 m — Salzburg), Schmirn (1400 m — Tirol), Fiß (1460 m — Tirol), Kematen bei Innsbruck (815 m — Tirol), Nofels (560 m — Vorarlberg) usw. angeschlossen, die auf tatsächliche Erfolge in der Züchtung alpiner Landrassen verweisen können. Als Beispiele seien erwähnt Lungauer Winterroggen, Jochberger Sommerroggen, Fisser- und Achentaler zweizeilige Sommergerste, steirischer Plantahofweizen, Tiroler Kematener, Vorarlberger Rheintalmais usw.

Der Zweck dieser Gebirgspflanzenzuchtstationen, deren Ziele und Aufgaben eindeutig festgelegt sind, besteht darin, mit den neuen Methoden der Pflanzenzüchtung unter besonderer Berücksichtigung des überragenden Einflusses der Umweltfaktoren, die in den Alpen heimischen Landrassen für bestimmte natürliche und auch wirtschaftlich typische Anbaugebiete weitgehend zu verbessern. Damit ergibt sich die Tatsache, auf die W e r n e c k - Linz auch hinweist, daß die Zahl der im Laufe von Jahrhunderten entstandenen Getreidelandsorten aus naturgesetzlichen Ur-

sachen bei der landwirtschaftlichen Abgeschlossenheit und Zersplitterung in viele ökologisch selbständige Einheiten zunächst eine sehr große sein muß. Diese Getreidelandsorten weisen auch hinsichtlich der Ertragssicherheit eine Reihe von Merkmalen auf, welche im Interesse einer Zuchtführung auf weite Sicht unter allen Umständen erhalten werden müssen. Es ist zweifellos billiger und rascher zum Ziele führend, wenn Eigenschaften,

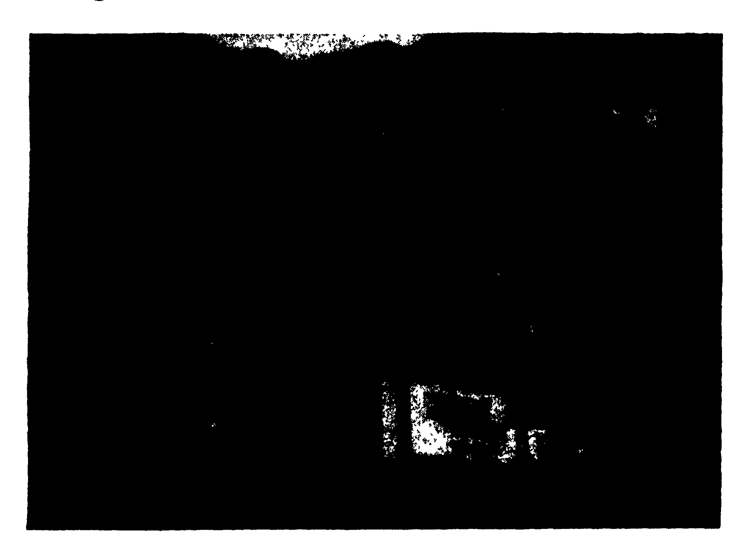


Abb. 4. Tiroler Landmaiszuchtstation in Komaten bei Innsbruck, 815 m Seehöhe

welche unter dem Drucke der bodenständigen Umwelt im jahrhundertelangen Kampfe gegen eine ungünstige Umwelt entwickelt wurden, in unseren bodenständigen Rassen planmäßig ausgewertet und geschützt werden, als wenn diese erst durch umfangreiche züchterische Arbeiten mühsam erarbeitet werden müssen. Schon aus diesem Grunde ist ein weitgehender Schutz unserer Landsorten ein Gebot weitsichtiger pflanzenbaulicher Maßnahmen. Weil in den einzelnen natürlichen Klima- und Vegetationsverhältnissen scharf umrissene Eigenschaftsgruppen entwickelt sind, ergeben sich von selbst die Begriffe von pannonischen, baltischen, subalpinen und alpinen Landrassen.

Das Aufeinanderstoßen der stärksten Klimagegensätze auf engem Raum hat dem ostmärkischen Pflanzenbau im Vergleich zu dem des übrigen Reiches so markante Züge aufgeprägt, daß der ostmärkische Bergbauer eben nur bodenständige Sorten mit Erfolg anzubauen vermag.

In diesem Zusammenhange ist auch die Frage der „Örtlichkeit“, wo die Züchtung der Landrasse vorgenommen werden soll, besonders für die Alpen wichtig.

Wenn wir uns da vor Augen halten, wie innig die Beziehungen der Sorte zu der erzeugenden Scholle sind, wie sehr gewisse Eigenschaften, die für die Verwendbarkeit der Sorte in der Lokalität ausschlaggebend sind und den Charakter derselben bestimmen, nicht allein als das Produkt des Klimas aufzufassen sind, sondern auch mit der spezifischen Bodenbeschaffenheit, mit der Konstitution des Bodens, auf dem sie erwachsen sind, zusammenhängen, wie sehr endlich, selbst unabhängig von Boden und Klima, wirtschaftliche Verhältnisse, Kultur- und Betriebsverhältnisse

auf die Ausbildung gewisser Eigenschaften Einfluß haben, so erscheint die Verbesserung der Landrassen in ihrer Heimat, in ihrem Entstehungsgebiete wohl vielversprechender im Erfolge, als wenn die Rasse an einen anderen Ort übertragen und dort der Zucht unterworfen wird. Es braucht daher gewiß nicht besonders darauf aufmerksam gemacht zu werden, daß die Erforschung einer Rasse zum Zwecke der Prüfung auf ihre Zuchttauglichkeit, die Formentrennung und -prüfung, ferner das Auffinden jener Individuen, welche sich als die bestandesfähigsten erweisen und als Grundlage für die Heranzucht der Lokalrasse zu dienen haben, in der Heimat leichter und sicherer erfolgen kann, als wenn dieselbe in eine andere Gegend übertragen wird, wo sie infolge der Anpassung Abänderungen der Formen und Eigenschaften unterliegt.

Die natürlichen Verhältnisse sind, speziell in den Alpen, viel zu verschieden geartet, um etwa nach dem Vorbilde von Zuchtstätten eines größeren aber ökologisch einheitlich oder nur geringfügig abweichenden Anbaugebietes, die Züchtung zu zentralisieren und von dort die verschiedenen Bergbauerngebiete mit verbessertem Saatgut zu versorgen. Es ist eine durch vielfache praktische Erfahrungen erhärtete Tatsache, daß in den Hochgebirgstälern die Streubreite einer Landsorte sich stets mit dem Gebiet deckt, in dem dieselbe von Natur aus die günstigsten Lebensbedingungen vorfindet, wo sie eben beheimatet ist. Es besteht daher gar kein Zweifel, daß die auf die Verbesserung der einheimischen alpinen Landrassen sich beschränkende, mit einfachen züchterischen Methoden arbeitende Lokalzüchtung eine Maßnahme darstellt, welche mit Rücksicht auf die relative Sicherheit ihres Erfolges und die geringen aufzuwendenden Kosten, unter den derzeitigen Verhältnissen der alpinen Landwirtschaft, insbesondere der Gebirgswirtschaft, die größte Aussicht auf Erfolg verbürgt.

Die vom Verfasser seinerzeit errichteten alpinen Getreidezuchtstationen befinden sich in sortengeographisch-ökologisch abgeschlossenen Anbaugebieten, wie z. B. das Ennstal, Unter- und Oberinntal, der Lungau usw. und sind wirtschaftlich auf genossenschaftlicher Basis aufgebaut. Die Vornahme der Auslesearbeiten wurde seitens der ehemaligen Staatsanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung grundsätzlich mit deren Saatzuchttechnikern selbst durchgeführt. Die Beobachtung des Zuchtmateriales lag ausschließlich in den Händen geschulter örtlicher Leiter und wurde gelegentlich der Besichtigung,

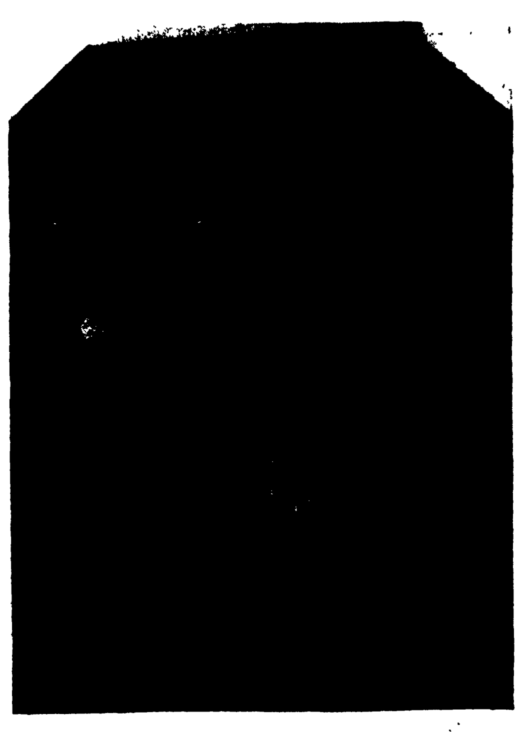


Abb. 5. „Karner“, römischer Getreidespeicher in Kematen bei Innsbruck

bzw. Inspektion der Zuchtstellen durch die Organe der Anstalt stets einer eingehenden Überprüfung unterzogen.

Wenn über die Möglichkeit der Durchführung einer derartigen Dezentralisation der Züchtung vielleicht von mancher Seite Bedenken erhoben werden und zweifelnde Stimmen über die Bewältigung des Arbeitsmateriales sich erheben, so können dieselben, unter Hinweis auf die bereits erfolgte langjährige praktische Erprobung dieser Arbeitsweise, speziell in der Ostmark, entkräftet werden.

Im Rahmen der Dorfaufrüstung ist insonderheit für das Alpengebiet der Gemeinschaftsaufbau von Gebirgsdörfern in vollem Gange und wird durch weitestgehende Reichshilfsbeistellung besonders gefördert. Die hierfür zur Verfügung gestellten staatlichen Mittel dienen ausschließlich der Hebung und Verbesserung der wirtschaftlichen Grundlagen der Bergbauern, deren ungünstige und schwierige wirtschaftliche Verhältnisse damit ausgeglichen werden sollen. In den Bergbauerngebieten wird es daher in den allermeisten Fällen nur der öffentlichen Hand vorbehalten bleiben, Pflanzenzuchtstationen zu errichten und zu fördern, weil der Privatbetrieb wegen des sehr geringen Saatgutabsatzes und den nicht geringen Kosten für die Führung und Erhaltung eines solchen Zuchtbetriebes wirtschaftlich sehr oft nicht in der Lage sein wird, dies auf die Dauer auszuhalten. Außerdem dienen dieselben zugleich als Erhaltungs- und Schutzstationen für alt eingesessene Landrassen, damit diese nicht verloren gehen, sondern als wertvolles Ausgangsmaterial für spätere künstliche Kreuzungen erhalten bleiben.

Die Erzeugung der einzelnen Generationsabsaaten ist aber speziell im Gebirge, wo gerade die Getreideanbauflächen im Rahmen der alpinen Egartwirtschaft auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben müssen, oft mit großen Schwierigkeiten verbunden. Die Organisation ist nun so getroffen, daß die aus den alpinen Zuchtgärten stammende erste Absaat und die derselben folgenden weiteren Absaaten an geeignete Bauernwirtschaften, die über die nötigen im Gebirge in Verwendung stehenden Reinigungsmaschinen und Aufbewahrungsräume verfügen, abgegeben und daselbst auch vermehrt werden. Solcherart ist die generationsweise Absaatvermehrung bis zum schließlichen Originalsaatgut in ein und demselben sortengeographisch-ökologischen Anbaugebiete gesichert. Grundbedingung dieser Arbeitsmethode ist jedoch die genaue Kenntnis des diesbezüglichen Charakters solcher Gebiete und das Vertrautsein mit der Eigenart des Zuchtmateriales, d. h. der Landrasse. Das auf diese Weise erzeugte Originalsaatgut wird dann im Wege der landwirtschaftlichen Hauptkörperschaften weiter an die Landwirte eines solchen Anbaugebietes abgegeben. Solcherart nur ist es möglich, jede Sorte in ihrem Anbaugebiet auf der vollen Leistungsfähigkeit zu erhalten.

Eine wirksame Förderung der Saatguterzeugung unter alpinen Wirtschaftsverhältnissen wird aber nur dann von Erfolg begleitet sein, wenn:

auf Grund der praktischen Erfahrung in den einzelnen Anbaugebieten nur Sorten mit verläßlicher Ertragssicherheit zur Verfügung stehen;

in den natürlichen und wirtschaftlich einheitlichen Anbaugebieten bäuerliche Saatzucht- und Vermehrungsgenossenschaften bestehen, die jederzeit die erforderlichen Saatgutmengen zur Verfügung stellen können. Dies ist besonders für den Fall von Naturkatastrophen, wie Hagel- und Wetterschäden, Vermurungen, Überschwemmungen usw. besonders wichtig;

das in diesen Gebieten erzeugte Saatgut im Wege der Landesbauernschaft grundsätzlich von Vermehrungsstellen mit Eigenvertrieb in Verkehr gesetzt wird;
der Saatgutpreis so niedrig als nur möglich gehalten wird, mit Ausschaltung hoher Transportkosten, Umlagen, Verteilerspannen usw.;
bei den besonders leistungsfähigen Züchtungen die Saatzucht- und Vermehrungsbetriebe verpflichtet werden, jährlich eine bestimmte Menge Saatgut für Zwecke einer zentral geführten Überlagerung, den Landesbauernschaften zur Verfügung zu stellen. (Gerade im Gebirge ist es wiederholt der Fall, daß infolge der verhältnismäßig kurzen Wachstumszeit dann zwischen Ernte und Anbau eine so kurze Zeitspanne besteht, während welcher die volle Keimkraft des Erntegutes nicht mehr rechtzeitig erreicht wird und deshalb nur überjähriges Saatgut verwendet werden muß.)

Die Prüfung der Landrasse neben der veredelten Land- und Hochzuchtsorte auf Ertragstreue und -sicherheit muß im Rahmen einheitlich festgelegter vergleichender Sortenanbauversuche durchgeführt werden, deren Feldversuchstechnik dem alpinen Egartbetriebe angepaßt ist, weil die Reichseinheitsmethoden in den allermeisten Fällen nicht anwendbar sind. Sollen für den bergbäuerlichen Betrieb praktisch brauchbare Versuchsresultate, z. B. bei der Leistungsprüfung von Getreidesorten erzielt werden, dann darf, und dies gilt im besonderen für Hochgebirgslagen, wo die Verwendung von Drillsämaschinen der hängigen Gestaltung des Terrains wegen nicht mehr möglich ist, nur die Breitsaat angewendet werden. Die Anlage und Auswertung solcher Sortenversuche muß daher unter voller Berücksichtigung der für ein Anbaugebiet ortsüblichen Anbau- und Erntemethoden, wie dieselben bei den Gebirgsbauern derzeit noch üblich sind, erfolgen, wenn die Versuchsresultate überhaupt einen praktischen Wert haben sollen. Es ist dem Bergbauern keinesfalls damit gedient, wenn demselben Sorten empfohlen werden, deren Erträge unter ganz anders gearteten Kulturverhältnissen ermittelt wurden. Nur so kann ein klares und den tatsächlichen Verhältnissen im Gebirge entsprechendes Bild über die Eignung und den Anbauwert verschiedener Sorten unter dem Einflusse alpiner Bewirtschaftungsverhältnisse gewonnen werden. Damit ist aber eine wertvolle Unterlage für die Sortenwahl innerhalb der einzelnen, natürlich abgeschlossenen Anbaugebiete gegeben, weil durch diese Anbauversuche im Laufe der Zeit für jedes ökologische Gebiet die geeignetste Sorte festgestellt werden wird. Für den Bergbauern ist die Auswahl der für seine wirtschaftlichen Verhältnisse tauglichen Sorte dadurch wesentlich erleichtert, daß ihm die bereits erzielten Versuchsergebnisse als verläßlicher Wegweiser dienen. Hiermit ist auch dem ziel- und planlosen „Herumprobieren", das nur zu oft vom Mißerfolg begleitet ist und viele Landwirte mit Mißtrauen gegen eine Neuerung erfüllt sowie zum Festhalten an dem „Althergebrachten" veranlaßt, ein Ende gesetzt. Gerade der Bergbauer kommt auf diese Weise in die Lage, der Sortenfrage in der eigenen Wirtschaft, gestützt auf die Basis einer eben speziell für Gebirgsverhältnisse zugeschnittenen Feldversuchstechnik näher zu treten, um die für seine Wirtschaft geeignetste Sorte herauszufinden und damit Vorteile zu erlangen, die ihm unmittelbar und restlos zugute kommen.

Mit diesen Sortenanbauversuchen ist aber gleichzeitig ein zweiter wichtiger Zweck verbunden. Durch Heranziehung unserer einheimischen Landrassen in diese Ertragsleistungsprüfungsversuche erhalten wir

näheren Aufschluß über den Kulturwert derselben. Es ist uns damit Gelegenheit geboten, die vielen Sorten auf ihre wirkliche Leistungsfähigkeit zu prüfen. Auf diese Weise wird so manches Pflanzenmaterial, das bisher im Verborgenen Blüten und Früchte trug, zutage gefördert und manche wertvolle Landsorte ausfindig gemacht, die befähigt ist, mit den besten Züchtungen erfolgreich in Wettbewerb zu treten. Als spezielles Beispiel seien die bodenständigen Rotkleesorten aus Oberdonau und Steiermark erwähnt, die mit den besten Sorten des Altreiches in Wettbewerb treten können. Erforderlich für weitere Erfolge ist aber, daß gut vorgebildete und geschulte Saatzucht- und Versuchstechniker zur Verfügung stehen. Es erwächst daraus auch die Aufgabe, solche Techniker heranzubilden.

Die vom Verfasser in den Alpenländern seit dem Jahre 1924 errichteten Getreidezuchtstationen dienten ausschließlich diesem Zwecke und sind in erster Linie dazu bestimmt, den Getreidebau im Rahmen der alpinen Egartwirtschaft wirksam zu fördern. Mit der Verbesserung des Egartbetriebes und der Ertragssteigerung des mit letzterem aufs engste verknüpften Getreidebaues tragen wir dazu bei, die wirtschaftliche Existenz des Bergbauern zu erleichtern. Wir verhüten damit zugleich auch die drohende Land- und Hofflucht, die, in dem verzweifelten Kampfe ums Dasein und das karge tägliche Brot, letzten Endes wohl auch den zähesten mit jeder Faser ihres Herzens an der väterlichen Scholle hängenden Gebirgsbauern als einziger Ausweg übrig bliebe.

## Schrifttum

Drahorad, F., Qualitätsbewertung alpiner Weizen. Die Landeskultur 1936, Nr. 8.

— — Planwirtschaftliche Regelung der Sortenfrage im Getreidebau. Züchter 1937, Heft 6/7.

— — Bedeutung der Immunitätszüchtung für den Pflanzenbau. Österr. Zeitschrift f. Kartoffelbau 1925, Heft 3/4.

Fruwirth, C., Frage der Erhaltung unserer Landsorten. Pflanzenbau 5, 157, 158 (1928).

Pammer, G., Über Veredelungszüchtung mit einigen Landsorten des Roggens in Niederösterreich. Zeitschrift d. landw. Versuchswesens in Österreich 1905.

Scharfetter, Klimarhythmik, Vegetationsrhythmik und Formationsrhythmik. Österr. botan. Zeitschrift Jahrg. 1922, Nr. 7—9, S. 153/171.

Schindler, F., Über die Notwendigkeit der Erforschung und Erhaltung der Getreidelandrassen im Hinblick auf ihre züchterische und wirtschaftliche Bedeutung. Stocklassa-Festschrift. Berlin 1928.

Tschermak, E. v., Über die Notwendigkeit der Sammlung und Erhaltung unserer bewährten, noch unveredelten Getreidelandrassen. Wiener landw. Ztg. 65, S. 759—761 (1915).

Werneck, H. L., Die Pflanzenzüchtung auf pflanzengeographischer Grundlage. Pflanzenbau. Berlin 1924.

# 33 Jahre Maiszüchtung

Von

**R. Fleischmann,** Kompolt (Ungarn)

(Mit 1 Abbildung)

## I. Einleitung

Im Jahre 1908 begann ich auf der neugeschaffenen Zuchtstätte Ruma der Graf Pejacsevichschen Domäne in Syrmien mit der Mais- und Weizenzüchtung.

Bereits damals wurde besonders beim Mais Gewicht gelegt auf gleichmäßige, dem lokalen Klima angepaßte Reife, welcher Gesichtspunkt auch in den folgenden Jahren nie aus seiner bedeutenden Stellung verdrängt werden konnte.

Nach dem Weltkrieg wurde ich nach Ungarn berufen, wo seit 1919 in Kompolt auf der heute staatlichen Zuchtstätte die Züchtung des Maises, aber auch einiger anderer wichtiger Pflanzen fortgesetzt wurde.

In folgenden Darstellungen möge in gedrängter Form eine Reihe praktischer Züchtererfahrungen mitgeteilt werden.

## II. Zuchtarbeit

Das Ausgangsmaterial entstammte dem in der Domäne Ruma seit langer Zeit heimischen, gelben Pferdemais, der wieder seinerzeit von der Sorte „Königin der Prärie" abstammte. Schon *vor* Inangriffnahme der Züchtung versuchte ich durch Massenauslese eine Trennung in *Früh-* und *Spätmais* zu erreichen, was auch ziemlich gelang und weiteren Anstoß zur Vervollkommnung der Zuchtarbeit gab.

Bei der Übersiedlung der Zuchtstätte 1918 nach Kompolt, also etwa um 2½ Breitegrade nördlicher, mußte die Vegetationszeit noch etwas verkürzt werden, zumal auch öfter auftretende Dürreperioden im ungarischen Tiefland dies wünschenswert erscheinen ließen.

Wenn auch schon nach Ablauf des ersten Jahrzehntes der Zuchtarbeit praktisch fühlbare Erfolge erzielt werden konnten, brachten doch erst die folgenden 20 Jahre in Kompolt weitere Fortschritte im Ausbau der Zuchtrasse, durch die sie sich ihren Platz in der Landwirtschaft des Südostgebietes sichern konnte. Die hierbei gewonnenen Erfahrungen sollen nun im vorliegenden Aufsatz übersichtlich zusammengestellt werden.

In Tafel I sind Niederschlags- und Temperaturverhältnisse des Zuchtortes dargestellt.

Die Launenhaftigkeit des ungarischen Klimas erhellt aus der Verteilung der Niederschläge in Tafel I, wobei besonders das 3. Vierteljahr für die Entwicklung des Maises von Bedeutung ist. Die in einer ganzen Serie der letzten Jahre auftretenden Überschüsse an Niederschlägen ver-

Tafel I

| Jahr | Niederschlag in mm 1. Vierteljahr | 2. | 3. | 4. | Summa | Mittlere Jahres-temperatur |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1922 | 104,2 | 117,5 | 145,0 | 133,2 | 499,9 | — |
| 1923 | 84,0 | 90,4 | 54,6 | 258,9 | 487,9 | — |
| 1924 | 117,9 | 152,7 | 171,3 | 68,7 | 510,6 | — |
| 1925 | 75,7 | 112,7 | 226,0 | 136,0 | 550,4 | — |
| 1926 | 73,0 | 322,8 | 96,6 | 162,8 | 655,2 | — |
| 1927 | 117,0 | 151,0 | 204,1 | 115,1 | 587,2 | — |
| 1928 | 35,9 | 196,8 | 74,3 | 110,7 | 417,7 | 10,30 |
| 1929 | 60,0 | 196,4 | 141,1 | 127,5 | 525,0 | 9,66 |
| 1930 | 127,8 | 178,1 | 126,0 | 179,1 | 611,0 | 10,79 |
| 1931 | 123,2 | 127,0 | 150,9 | 133,9 | 535,0 | 10,09 |
| 1932 | 61,8 | 187,3 | 70,7 | 85,1 | 404,9 | 10,18 |
| 1933 | 59,9 | 213,8 | 121,1 | 201,8 | 596,6 | 9,33 |
| 1934 | 38,3 | 172,8 | 217,9 | 143,0 | 572,0 | 11,77 |
| 1935 | 97,3 | 77,4 | 109,8 | 119,2 | 403,7 | 10,36 |
| 1936 | 176,7 | 304,2 | 117,2 | 157,4 | 755,5 | 10,71 |
| 1937 | 162,5 | 210,4 | 173,5 | 177,9 | 724,0 | 11,01 |
| 1938 | 54,2 | 179,1 | 216,0 | 132,5 | 581,8 | 10,46 |
| 1939 | 122,0 | 247,5 | 112,8 | 221,2 | 703,5 | 10,83 |
| 1940 | 124,5 | 233,1 | 227,4 | 166,7 | 751,7 | 7,92 |

Die Daten beginnen 1922 bzw. 1928, weil erst zu diesem Zeitpunkt die meteorologische Station in Kompolt vollkommen ausgebaut war.

ursachten auch in Ungarn Schäden durch unvollkommene Ausreifung des Maises.

Trotzdem ist es nicht ratsam, sich durch einige solcher extremen Jahre zu einer übermäßigen Verkürzung der Wachstumszeit verleiten zu lassen. Es ist eine Hauptaufgabe des Züchters, bei Schaffung einer Zuchtsorte für ein bestimmtes Gebiet, sich vorher von den durchschnittlichen meteorologischen Gegebenheiten des betreffenden Gebietes ein klares Bild zu verschaffen. Hierauf folgt dann die Frage, in welcher Weise die neugeschaffene Sorte auf die Witterungsverhältnisse des Gebietes reagiert.

Die Umstellung der 1908 in Ruma, Syrmien, begonnenen Arbeit war schon durch den Unterschied der geographischen Lage bedingt, da Kompolt bedeutend nördlichere Lage besitzt.

Aus den Daten der Tab. 1 ist ersichtlich, wie großen Schwankungen die Maiskultur ausgesetzt ist. Bei der Kritik des Zusammenhanges der Niederschlagsmengen in den für die Maiskultur wichtigsten zweiten und dritten Viertel zeigte sich, daß die Niederschläge im dritten Viertel des Jahres die Erträge des Maises in viel höherem Maße beeinflussen als jene im zweiten Vierteljahr. Man darf solche Zusammenhänge zwischen nur *einem* meteorologischen Faktor und dem Ertrag nicht allzusehr überschätzen.

Die bei der Kompolter Maiszüchtung angewandte Methode habe ich in dieser Zeitschrift bereits 1918 dargelegt (1). Im Prinzip habe ich an dem Verfahren nur weniges geändert, besonders war ich bemüht, die *Exaktheit der Leistungsprüfung* zu erhöhen, um so mit sicheren Schritten vorwärts zu gelangen. Es muß hier ausdrücklich betont werden, daß seit Beginn der Züchtung bis heute immer das gleiche Material bearbeitet wurde.

In Tafel II ist zu ersehen, daß bei dieser Züchtung die sich innerhalb eines begrenzten Kreises von Formen bewegte, die alle von einem einzigen Elterkolben (Nr. 122, 1909) abstammen, im Laufe der Zuchtarbeit Fortschritte erzielt worden sind.

Tafel II

| Jahr | Kornertrag dz/Kat. Joch [1] | Spindel-%-Anteil | Tausendkorngewicht |
|---|---|---|---|
| 1922 | 13,74 | 14,4 | 299 |
| 1923 | 8,56 | 14.4 | 295 |
| 1924 | 11,94 | 17,7 | 338 |
| 1925 | 15.69 | 12.9 | 339 |
| 1926 | 11,32 | 14,0 | 349 |
| 1927 | 15,75 | 15,6 | 342 |
| 1928 | 3,27 | 16,9 | 305 |
| 1929 | 12.30 | 18.4 | 324 |
| 1930 | 18,40 | 13,6 | 330 |
| 1931 | 17,76 | 12,5 | 337 |
| 1932 | 17 99 | 12,9 | 347 |
| 1933 | 18.30 | 15,6 | 369 |
| 1934 | 20.03 | 13,9 | 401 |
| 1935 | 16.46 | 14.2 | 362 |
| 1936 | 18.37 | 14.1 | 412 |
| 1937 | 16,59 | 13,5 | 372 |
| 1938 | 18 42 | 13.4 | 373 |
| 1939 | 21,79 | 13,6 | 408 |
| 1940 | 19.96 | 12,4 | 420 |

[1]) Ein Kat. Joch = 5755 m².

Die in Tafel II enthaltenen Mittelwerte beziehen sich auf die erste Vermehrung nach den Eliteparzellen, also 2 Generationen nach ausgewählten Elterkolben. Diese Parzellen umfassen je etwa 1/4 ha, ihre genaue Leistungsprüfung erfolgt aber in einem besonderen Kleinversuch, dessen Resultate mit den Großparzellen meist gut übereinstimmten.

Es ist wichtig, daß diese Versuche seit 1922 immer in derselben Wirtschaft von gut eingeübten Hilfskräften durchgeführt wurden.

Man kann aus Tafel II leicht entnehmen, daß der Flächenertrag sowie der Ertrag je Pflanze im Laufe der Zuchtarbeit steigende Tendenz zeigt. Der Spindelanteil ist fühlbar gesunken, und zwar schon bis zu jenem Mindestwert, den zu unterbieten nicht ratsam ist.

Bei der Durchführung der Auslese wird das größte Gewicht auf genaue Feststellung aller wichtigen Eigenschaften bei den ersten und zweiten Generationen gelegt. Diese Feststellungen beziehen sich auf das ganze Leben der Pflanze, so daß wir bei der Ernte der Nachkommenschaft ein biologisch gut nachzuzeichnendes Bild erhalten. Es würde zu weit führen, derartige statistische Aufnahmen auch nur beispielsweise hier wiederzugeben, sondern es sollen bei den einzelnen Punkten der Auslesetätigkeit nur kurz die maßgebenden Erfahrungen erwähnt werden.

Zur Erhaltung der Sicherheit der Maiserträge in einem Lande wie Ungarn, wo trockene Jahre die Zahl der zu feuchten Jahre überwiegen, müssen alle Fragen der Maiszüchtung, die sich im Komplex der Trockenresistenzprobleme aufrollen lassen, genau beachtet werden.

Wir müssen hier schon bei der Keimungsphysiologie beginnen. Eine hohe Keimungsenergie mit folgender rascher

Jugendentwicklung bietet besonders in trockenen Frühjahren eine günstige Grundlage der Entwicklung des Maises, der je früher mit seinen Wurzeln die feuchten Schichten des Bodens erreichen soll.

In Kompolt hat sich gezeigt, daß sich die einzelnen Linien in kühlen Frühjahren verschieden verhalten, was die Schnelligkeit des Auflaufens und der ersten Jugendentwicklung anbelangt. Diese feinen Unterschiede in den Wärmeansprüchen sind besonders von Wert in den mehr nördlich vorgeschobenen Maisbaugebieten.

Die bedeutend schnellere Wurzelentwicklung der Heterosiszüchtung ist in diesem Komplex ebenfalls ein günstiges Moment. Noch mehr Gewicht ist bei diesem Punkte auf die später zu behandelnde Frage der Saatgutvorbereitung zu legen.

Eng mit der Trockenresistenz in Verbindung ist die Geizenzahl. Seitentriebe am Grunde des Maisstengels sollen sich beim Körnermais in mäßigen Grenzen halten, je 100 Pflanzen 50—150, in normalen Jahren. Es gibt Rassen mit einer Geizenentwicklung von 3—400 und mehr: damit kommen wir schon zur Idealtype des Futtermaises für humide Gebiete. Die Blätter sollen mit starken Rippen versehen sein, so daß sie mehr aufrechte als überhängende Lage haben.

In den Blattspreiten angesammelter Tau rinnt nämlich am Stengel abwärts, so daß sich am Stengelgrunde oft ein feuchter Ring bildet. In Trockenzeiten gewinnen auch so anscheinend geringe „Feuchtigkeitshilfen" Bedeutung für den Wasserhaushalt der Pflanzen. Bei Besprechung des Blühverlaufes sollen später noch einige wichtige Belange der Trockenresistenz erwähnt werden. Nach langjährigen Erfahrungen hat sich stärkere Behaarung der Blattscheide als gutes Merkmal der Trockenresistenz erwiesen, ebenso stärkere Ausbildung der Kolbenlieschen als ein gewisser Schutz gegen vorzeitiges Eintrocknen der Kolben.

Dem Blühverlaufe wurde seit Anbeginn der Züchtung große Beachtung gewidmet. Vor allem zur Charakteristik der rhythmischen Entwicklung der beobachteten Linien. Aus der statistischen Feststellung der Zahl ausgeschoßter bzw. blühender männlicher Blütenstände (Fahnen), ferner des Blühbeginnes und der vollzogenen Befruchtung der weiblichen Blüten, läßt sich ein sicherer Schluß auf die Reifezeit ziehen. Proterandrie soll nicht übermäßig ausgeprägt sein, da die für die Bestäubung der weiblichen Blüten notwendige Pollenmenge immer im Übermaß und auf längere Zeit gesichert sein muß, wollen wir eine tadellose Befruchtung der Kolben erreichen.

Es wurde daher dem Blühverlauf der in Zucht genommenen Rasse unter den gegebenen Umweltverhältnissen besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Die Befruchtung der weiblichen Blüte vollzieht sich zwar während aller Tageszeiten, jedoch ist die Intensität der Pollenanlieferung je nach Tageszeit recht verschieden.

In der folgenden Zusammenstellung, die das Ergebnis eines Zeit-Bestäubungsversuches (2) enthält, wird die Frequenz der Befruchtung dargestellt. Die blühenden Kolben waren in Pergamentkappen eingeschlossen, und diese wurden täglich, solange der Mais blühte, in gewissen Perioden abgenommen, und zwar:

bei Reihe A von Sonnenaufgang bis 12 Uhr
bei Reihe B von 12 Uhr bis Sonnenuntergang
bei Reihe C von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang
bei Reihe D: blühte frei ab, ohne jeden Abschluß.

| Gruppe | unregelmäßigen Reihen | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | Anzahl Körner je Kolben volle | taube |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kolben mit | | | | | | | | |
| | Kornreihen in % | | | | | | | | |
| A | — | — | 28 | 44 | 11 | 17 | — | 636 | 10,2 |
| B | 23 | 7 | 47 | 26 | — | — | 7 | 536 | 8,9 |
| C | 94 | 6 | — | — | — | — | — | 333 | 23,5 |
| D | — | 8 | 19 | 33 | 25 | 12 | — | 685 | — |

Die besten Befruchtungsergebnisse nach der unbeeinflußten Gruppe ergab der Vormittag, geringere der Nachmittag, die geringste Befruchtung wurde in der Nachtzeit festgestellt. Es wäre von Interesse, durch Unterteilung dieses Hauptabschnittes noch mehr über diesen Gegenstand zu erfahren. Für die Ausführung von künstlichen Befruchtungen wählen wir also am besten die Abendstunden, da dann anscheinend die geringsten Pollenmengen in der Luft schweben, also am ehesten reine Arbeit gesichert ist. Beachtenswert ist in obiger Tabelle auch die Veränderung der Kornreihenzahl, besonders bei Gruppe C, wo 94 % der Kolben ganz unregelmäßige Kornreihen aufweisen, eine Folge unvollkommener Befruchtung.

Ein besonders im Trockenklima ertragsdrückendes Moment liegt in dem allzu raschen Abblühen der Fahnen einerseits und dem zu langsamen Herausschieben der Blütenkolben aus den Blattscheiden andererseits.

Der Aufbau der männlichen Blütenrispen ist sehr verschieden, wie aus den Typenbildern in Abb. 1 hervorgeht. Die Nebenäste sind entweder aufrecht, breit ausladend oder hängend, so daß wir in Anlehnung an die Haferrispe Übergänge von der Steif- bis zur Schlaffrispe finden. Der Besatz mit Blüten wechselt in seiner Dichte im Mittel aller Zweige. Der Hauptast ist immer am dichtesten mit Blüten besetzt, an ihm öffnen sich auch die ersten Blüten.

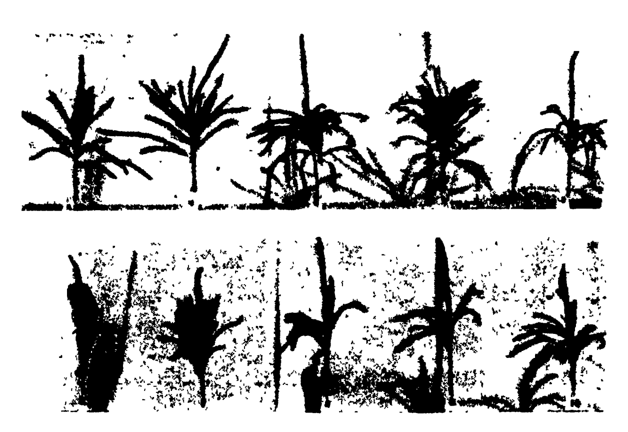


Abb. 1

Eine volle Ausgeglichenheit in den Rispenformen ist schwer zu erreichen, jedoch bei Nachkommenschaften, die aus geselbsteten Eltern abstammen, ist wie auch in vielen anderen Merkmalen die Ausgeglichenheit der männlichen Blütenrispenform fast vollkommen.

Im Laufe der Züchtung des Kompolter Maises machte ich die Erfahrung, daß Linien mit vielästigen und gut mit Blüten besetzten Fahnen in Trockenjahren eine bessere Befruchtung gewährleisten, als solche mit wenig verzweigten und schlecht besetzten Fahnen.

Mit der Blüte im Zusammenhang ist auch die Frage der sortenreinen Vermehrung der Zuchtstämme zu behandeln. Dieses Problem wird um so

schwieriger, je mehr Maisfläche in einem Lande vorkommt und je größer die Anzahl Sorten sind, die im allgemeinen kultiviert werden. In Ungarn im ehemaligen Trianongebiet wird von der Gesamtkulturfläche (1933 bis 1936) 22,2 % mit Mais bebaut. Also rund jedes fünfte Hektar ist mit Mais bestellt, wobei man sich leicht vorstellen kann, wie groß die Gefahr der ungewollten Bestäubung im Verlauf der Blütezeit ist. Ein Versuch in Mezöhegyes zur Ermittlung der Reichweite des Pollens wurde durchgeführt. Ein genetisch reiner weißer Paduanerbestand verriet hierbei durch gelbe Xenienkörner Fremdbestäubung aus einer Entfernung von 2 km, wo der nächste gelbe Pferdezahnbestand kultiviert wurde.

Die Windrichtung während der Blütezeit des Maises spielt bei solchen Pollenübertragungen die Hauptrolle. Es hat sich als empfehlenswert erwiesen, besonders während der Maisblütezeit, Stärke und Richtung des Windes genau zu beobachten, ebenso wie die Lage der umliegenden fremdrassigen Maisbestände. Unsere Zuchtstätten sind daher auf Großbetrieben angelegt, wo die Sortenfrage leicht geregelt werden kann und in deren Nachbargebieten sich als Sicherheitsgürtel die Zuchtsorte schon lange verbreitet hat.

Durch die langjährige Selektion wurde die *rote* Farbe der Maiskolbenspindel vollkommen konstant herausgezüchtet, so daß sie heute als Sortenmerkmal angeführt werden kann.

Die Grundlage des morphologischen Aufbaues des Maiskolbens ist in der Spindel gegeben. An ihr befinden sich die Doppelanlagen der Blüten, die wieder in Doppelreihen, den späteren Kornreihen entsprechend einerseits und anderseits in einer Spirallinie angeordnet sind, wobei jedes nach rechts liegende Kornpaar um eine halbe Korndicke höher angesetzt ist. Wenn wir diese Spiraltreppe immer weiter aufwärts verfolgen, so gelangen wir nach n + 1 Stufen wieder in die Kornreihe des Ausgangskornpaares jedoch um n + 1 Stufen höher, wobei n die halbe Anzahl Doppelkornreihen oder $\frac{\text{Reihenzahl}}{2}$ bedeutet. Über diese Belange wurde 1933 (3) im „Pflanzenbau“ einiges mitgeteilt. Im Laufe der Arbeit hat sich herausgestellt, daß Linien mit hohem Anteil an 16zeiligen Kolben für die Maiszone des ungarischen Tieflandes die geeignetsten sind. In normalen Jahren scheint die Reihenzahl um 16 herum die günstigste zur Erreichung von Höchsterträgen zu sein. In Südungarn läßt sich die Reihenzahl schon hinaufsetzen, etwa auf 18 im Mittel. Speziell beim Anpassen einer Zuchtsorte von Pferdezahn ist es wichtig, die mittlere Kornreihenzahl auf den gegebenen Umweltkomplex in feinster Weise abzustimmen, was bei dem vorliegenden Mais auch gelungen ist. Daß dies leicht durchführbar ist, wird in der oben erwähnten Arbeit bewiesen. Die Ausbildung der *Kornform* hängt beim Pferdezahn innig mit der Kornreihenzahl, also genau gesprochen, mit dem Aufbau der Spindel zusammen: die Kornform bei den verschiedenen Kornreihentypen liegt keineswegs im Korn allein begründet, sie ist vielmehr eine erzwungene Funktion der Kornreihenanordnung an der Spindel. Beweis dessen: wenn sich durch mangelhafte Befruchtung (siehe oben) lückiger Körnerbesatz oder gar nur *einzeln* stehende Körner entwickeln, so ist statt der schönen, regelmäßigen Kornreihen ein „Durcheinander“ wahrzunehmen und statt der typischen, prismatischen Pferdezahnkornformen platte, runde Gebilde entstanden, die eben infolge Fehlens der formgebenden Nachbarkörner selbst „aus der Form gefallen“ sind. Diese Körner sind trotzdem genotipisch Pferde-

zahnkörner, denn aus ihnen entwickeln sich bei günstigem Verlauf wieder ideale Pferdezahnkolben mit normalen Körnern.

Auf diese Erscheinungen soll bei Besprechung der Saatgutherstellung zurückgegriffen werden.

Der Kolbenansatz soll bei dieser Sorte etwa 0,8—1 m über dem Boden sich befinden. Kurze Kolbenteile sind erwünschter als lange. Bei letzteren hängen die Kolben nach abwärts, die langen Stiele erschweren das Ernten und wenn Maismotte auftritt, so brechen die Kolben an langen Stielen bei Stürmen oft ab.

Die Zahl der Nodien beim Kompolter Mais bewegt sich innerhalb enger Grenzen. Die Linienmittel betragen 10,5—11,6, im Gesamtdurchschnitt 11, andere, später reifende Sorten mit 12—13 Nodien haben größere Ansprüche an Feuchtigkeit. Eben durch diese Reduktion des Blattapparates auf das im speziellen Falle zulässige Minimum bei dauernder Auslese auf Kornertrag ist es gelungen, eine Maissorte für Trockengebiete zu schaffen. Parallel mit dieser Tendenz eines engen Korn : Strohverhältnisses hat sich die Notwendgkeit ergeben, auf Einkolbigkeit hinzuarbeiten.

Für die Erstellung eines sicheren Ertrages in trockenen Zeiten hat sich der Grundsatz ergeben: besser ein guter, als zwei schwächere Kolben. Der zweitinserierte, tiefer sitzende Kolben blüht 8—10 Tage später, wo dann die Pollenzufuhr und damit die Befruchtung unbefriedigend wird. Diese zweiten Kolben sind immer bedeutend kleiner, besitzen weniger Kornreihen und erwecken im Kolbenerntegut bei Laien fälschlicherweise den Eindruck der Sortenunreinheit.

In Nachkommenschaften nach Selbstung wird neben anderen Depressionserscheinungen auch die Abnahme der Nodienzahl beobachtet oft bis auf 8, teilweise 7. Noch größere Drückung der Nodienzahl erfolgt bei einzelnen Pflanzen mit decussierten Blättern.

Über Maisbrand in Verbindung mit der Kompolter Maiszucht berichtete ich 1937 (4). Im allgemeinen zeigt der Kompolter Zuchtmais geringere Anfälligkeit als andere Sorten. In der folgenden Tabelle findet man die Durchschnitte der Anfälligkeitszahlen aus dem Gesamtmaterial, wobei jede Pflanze die auch nur eine kleine Brandbeule aufwies, mitgezählt wurde. Von diesem Befall fällt nur ein geringer Anteil auf Zerstörung des Kolbens.

| | 1922 | 1923 | 1924 | 1925 | 1926 | 1927 | 1928 | 1929 | 1930 | 1931 | 1932 | 1933 | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Von Maisbrand befallen % Pflanzen | 7,6 | 14.0 | 10,8 | 6,7 | 7,0 | 5,8 | 6,9 | 4,8 | 3,4 | 2,7 | 2.9 | 3.1 | 4.1 | 3,5 | 11,7 | 5,9 |
| Niederschläge mm Juni Juli | 66 | 60 | 99 | 159 | 263 | 141 | 75 | 79 | 84 | 94 | 72 | 131 | 171 | 38 | 147 | 95 |

Aus der Tabelle scheint zwar ein gewisses Sinken der Brandinfektion im Verlauf der Züchtung hervorzugehen, wobei aber die Erklärung für eintretende Rückfälle offen bleibt.

Das Ausschneiden der Brandbeulen wurde versuchsmäßig durchgeführt, jedoch ohne Erfolg, da immer noch Hyphen im Pflanzengewebe zurückblieben, aus denen neue Brandbeulen entstanden. Daß eine Neigung zu Brandbefall besteht und diese sich vererbt, haben Sortenversuche in Kompolt des öfteren klar erwiesen.

In hiesigen Versuchen hat sich Minnesota 13 als besonders brandresistent erwiesen. Diese Sorte ähnelt in ihrem „trockenen“ Habitus sehr

dem Kompolter Mais, welch letzterer starke lederartige Blattspreiten und starke Blatrippen aufweist und an den Lieschen fast keine Fortsätze besitzt. Während anfällige Sorten weiches Blatt und starke Lieschenblattspreiten besitzen. Diese Beobachtung allein gibt aber nur eine ungenügende Grundlage für eine Resistenzzüchtung. Es ist in den letzten Jahren gelungen, voll resitente Inzuchtlinien zu erfassen, durch deren Kreuzung wir die Brandresistenz zu erreichen hoffen.

Im Rahmen der Zuchtarbeit befaßte ich mich mit der Herstellung eines Heterosismaises (5). Ich verweise hier auf den im „Züchter" erschienenen Bericht. Als ergänzende Erfahrung zu der am besten gelungenen Kombination möchte ich nur hinzufügen, daß sich dieser Heterosismais als Körnermais weniger bewährte, hingegen seinen Platz als Silomais gut ausfüllt.

Durch seine Tendenz zur Mehrkolbigkeit wird nämlich die Reife des Gesamterntegutes durch die letztangelegten Kolben ungleichmäßig. Da die Herstellung von Heterosissaat ziemlich umständlich ist und die als Mutter benützte Rasse (weißer Mindszentpusztaer) nach dem Entfahnen ziemlichen Brandbefall aufweist, wodurch eine Schwächung der Vitalität entsteht, wurde die Herstellung dieser Heterosiskombination im Zuchtbetrieb aufgelassen und das genaue Verfahren veröffentlicht, damit die sich dafür interessierenden Landwirte dieses Saatgut im Eigenbetrieb herstellen können.

Der Heterosismais wurde auf seinen Wert als Silomais an der kgl.-ungarischen Pflanzenbauversuchsstation Magyaróvár geprüft (6), wobei er sich als überlegen über andere ungarische Sorten in Hinsicht auf Gesamtertrag wie auf Nährstoffgehalt erwies. Günstig schnitten auch Feldberegnungsversuche in der Ostmark ab (7).

Mit Hilfe der entsprechenden Kurztagdosierung ist es gelungen, in Kompolt Euchlaena Mexicana zu so frühem Blühen zu veranlassen, daß sie mit Mais gekreuzt werden konnte. Die Kreuzungsprodukte in $F_1$ bis $F_3$ zeigten eine überaus reiche vegetative Entwicklung. Im allgemeinen konnten zwei Haupttypen beobachtet werden, und zwar solche, die sich erst im oberen Teil des Stengels verzweigten und solche, bei denen die Verzweigung bereits bei den untersten Knoten begann. Besonders letzterer Typus erweckt die Hoffnung, hier einen entsprechenden Futtermaistypus für aride Gebiete gefunden zu haben, was ja bereits auch in derartigen Gebieten gelungen ist. Charakteristisch ist bei den Kompolter Euchlaena × Maisbastarden der überaus starke Brandbefall.

Im Laufe des vergangenen Jahrzehntes wurden Inzuchtversuche durchgeführt, deren Ergebnisse sich mit jenen der amerikanischen Züchtungsforscher decken. Es ist nach dem bisherigen Verlauf der Arbeit Hoffnung vorhanden, daß wir auf diesem Wege über die Inzucht zur Brandresistenz, aber auch zu höheren Ertragsleistungen kommen.

Mit der Inzucht zusammenhängend, muß noch das Vorkommen der unfruchtbaren Pflanzen erwähnt werden. Es kommt dies allerdings bei vorliegender Sorte nur in geringem Maße vor, jedoch sind auch Ertragsdrückungen von 1—2 % heute nicht mehr zu übersehen. Vermutlich sind diese kolbenlosen Pflanzen auf zufällige Inzucht zurückzuführen, was ja in den meist windstillen Morgenstunden, wo Pollen leicht auf die Narbe der gleichen Pflanze herabfallen kann, erklärlich ist. Zur Vermeidung dieser zufälligen Inzucht werden nun seit mehreren Jahren Entfahnungsversuche durchgeführt, wobei je die nicht entfahnten Reihen von der Saatgutlieferung ausgeschlossen werden.

## III. Die Saatgutbereitung

Wenn in Ungarn normale, also nicht allzu feuchte Jahreswitterung herrscht, dann verursacht die Saatgutherstellung beim Mais keine besonderen Sorgen. Anders gestaltet sich aber die Lage bei abnorm niederschlagsreicher Sommer- und Herbstwitterung, wo zur Herstellung gut keimfähigen Saatgutes besondere Maßnahmen notwendig sind, die weiter unten besprochen werden sollen.

Wie schon zu Beginn dieses Aufsatzes erwähnt worden ist, spielt die dem herrschenden Klima richtig angepaßte Reifezeit eine ganz prominente Rolle. Mit ihr hängt die Daseinsberechtigung einer Sorte in dem gegebenen Gebiete aufs engste zusammen.

Sehr gut wird der Ausreifegrad durch das Rebelungsergebnis im Frühjahr des folgenden Jahres charakterisiert. Wieviel Kilogramm lufttrockener Körner werden nach je 100 kg Kolbenerntegewicht gewonnen? Die Ernte erfolgt im September, das Rebeln der Kolben im März, also rund 6 Monate hat der Mais Zeit, zu trocknen. Bei der vorliegenden Sorte beträgt diese Zahl 70,4 kg. Die Extreme der letzten 20 Jahre betrugen 78 bzw. 64 kg. In der entsprechenden Schwendungsziffer sind Spindelgewicht und Feuchtigkeitsverlust enthalten.

In normalen Jahren hat man es in der Hand, durch Hinausschieben der Ernte den herbstlichen Wassergehalt der Kolben herabzudrücken. Wenn aber der Herbst regnerische Witterung mit sich bringt, wird die Nachtrocknung am Felde illusorisch. Es tritt dann eine weitere Verschlechterung des Erntegutes am Stock ein, wie dies heuer Dr. B. Husz, Budapest, nachgewiesen hat. Seinen Untersuchungen zufolge ist neben den altbekannten Maisschimmelpilzen auch eine Botrytis-Art und Basisporiumfäule als Ursache des Verderbens der Keimfähigkeit der Körner festgestellt worden. In vielen Fällen sind schlecht keimende Kolben daran erkenntlich, daß ihre Körner eingeschrumpft, die Samenschale der Körner runzelig ist, die Körner locker an der Spindel sitzen, diese durch den Pilz ihre normale Festigkeit und ihre frische Farbe verloren haben: jedoch manchmal trügen auch diese Merkmale und in Zeiten unsicherer Beurteilungsmöglichkeit des Saatgutes ist es am besten, von jedem Kolben 4—5 Körner zur Keimprobe zu verwenden und nur jene Nummern zur Saatgutgewinnung zuzulassen, bei denen alle Körner gute und gesunde Keimlinge entwickeln. Anscheinend ein mühsames Verfahren, doch bei dem geringen Saatgutbedarf je Fläche zahlt sich diese Art der Prüfung für den Landwirt aus. Schlecht keimfähiges Saatgut verwenden heißt, durch den folgenden lückigen Bestand seine künftige Ernte herabzudrücken, weiter aber ist schade um den Verderb jedes unkeimfähigen Kornes im Boden, das noch zu Futter oder Spiritusbrennerei hätte verwendet werden können.

Für kleine Landwirte empfiehlt es sich, die Saatkolben samt Lieschen bei der Ernte auszuwählen und diese in Bündel an den Lieschen an luftigen, trockenen Orten aufzuhängen. So behandeln viele ungarische Kleinlandwirte ihren Saatmais mit gutem Erfolg, wie ich mich durch Keimprüfung überzeugte.

Im Großbetrieb ist nach amerikanischem Muster das langsame Trocknen der bei der Ernte ausgewählten Saatgutkolben zu erwägen.

Wenn der Wassergehalt der Körner zu Ende des Jahres 30 % und mehr beträgt und dann abwechselnd warme Witterung und Fröste einwirken, leidet die Keimfähigkeit des Maises sehr stark. Im Vorjahr aus-

geführte Versuche im Laboratorium bestätigen dies. Wie der Arzt den Puls des Kranken, so muß der Maiszüchter den Wassergehalt seines Saatgutmaterials dauernd kontrollieren, um allen unliebsamen Überraschungen vorzubeugen.

Wie schon oben erwähnt, ist es üblich, beim Pferdezahn die Körner von Basis und Spitze nicht ins Saatgut zu mengen. Dreijährige Versuche in Kompolt haben zwar gezeigt, daß der Ertrag von Körnern der Kolbenmitte und der Spitzen sich gleich verhält. Vom Standpunkt der Samenkontrolle ist es jedoch einleuchtend, daß man auf der Ausschaltung der rundlichen Körner der Kolbenspitze, sowie der einem Schafzahn ähnlichen Körner der Kolbenbasis besteht. Die Kontrolle auf Sortenechtheit wird dadurch erleichtert, daß zu Saatgut nur oben erwähnte, regelmäßig gestaltete Körner benutzt werden. Die Saat mit Dippelmaschinen wird durch solch gleichmäßiges Saatgut präziser gestaltet.

## IV. Erfolgsnachweis

Eine richtig angestellte Prüfung der Linien und Vermehrungen durch einwandfreie Versuche ist eine wichtige Grundlage zur Beurteilung des Wertes der Zuchtsorten. Diese Prüfungsversuche werden einerseits schon während der Zuchtarbeit durchgeführt. Es würde zu weit führen, hier die spezielle Versuchsanordnung, wie wir sie in Kompolt seit vielen Jahren als bewährt anerkannt haben, anzuführen. Beim Mais ist es nicht schwierig, einen kompletten Bestand zu erreichen. Besonders wichtig ist der richtig angepaßte Standraum, der für Kompolter Mais rund 5000—6000 cm² (80 × 70 cm) beträgt.

Die kgl.-ungarische Versuchsstation für Pflanzenbau stellte in den Jahren 1934, 1935 und 1936 zahlreiche Versuche im ganzen Lande mit 15 ungarischen Maissorten an, wobei in der Gruppe Pferdezahnmais der Kompolter Mais den größten und allgemeinsten Anbauwert zeigte (8).

In dreijährigen staatlichen Versuchen der damals rumänischen landwirtschaftlichen Akademie Kolozsvár bewährte sich im Banat diese Sorte sehr gut (9).

Im Jahre 1923 wurde die Sorte durch die kgl.-ungarische Landesanstalt für Pflanzenzüchtung erstmalig ins staatliche Zuchtbuch eingetragen.

Der Anbauwert von neu eingeführten Sorten kommt auch in den Gesamterträgen einer Wirtschaft zum Ausdruck. In folgender Tabelle finden wir die Erträge von Mais in Fünfjahrmittel aus der Staatsdomäne Mezőhegyes:

Maiskolbenernte

| Jahrfünft | Mittelwerte dz/ha |
|---|---|
| 1915—1919 | 40,6 |
| 1924—1924 | 42,9 |
| 1929—1929 | 42,4 |
| 1934—1934 | 45,1 |
| 1939—1939 | 51,2 |

Wenn man in Betracht zieht, daß sich obige Mittelzahlen auf beiläufig 800 ha jährlich gebaute Maisfläche beziehen, läßt sich die Steigerung der Ernten daraus wohl ersehen, die in den letzten 2 Jahrfünften seit Einführung des Kompolter Maises erzielt wurde.

Solche Ergebnisse sind auch in anderen großen Domänen erreicht worden und es wird nun durch Saatgutaktion des Ministeriums für Land-

wirtschaft dafür gesorgt, daß entsprechende Mehrerträge auch auf den Kleinbauerngütern erreicht werden. Hierzu sind aber eine Anzahl große Domänen notwendig, wo, wie oben schon betont, größere Mengen Saatgut unter Ausschluß ungewollter Fremdbestäubung in tadelloser Weise erzielt werden können.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die nun bereits seit 33 Jahren laufende Kompolter Maiszucht auch ohne Einführung von Genen anderer Rassen fähig war, sich auf der Höhe des Ertrages in fortschreitendem Sinne zu entwickeln. Die Einschaltung der Inzucht mit nachfolgender Kreuzung entsprechender Inzuchtlinien wird auf ihren praktischen Erfolg weiterhin untersucht. Bestrebungen der Resistenzzüchtung im Hinblick auf Trockenheit, auch Maisbrand werden behandelt. Erfolge durch Heterosiswirkung wurden erreicht.

Aufgabe der staatlichen Saatgutpolitik ist es nun, zur weiteren Verbreitung dieser in der Praxis der südosteuropäischen Landwirtschaft bewährten Sorte durch fördernde Aktionen mitzuhelfen, so daß diese auch in Kleinbauernkreisen des Landes dazu beiträgt, den Landesertrag an Mais entsprechend zu steigern.

## Schrifttum


1. Fleischmann, R., Die Auslese in der Maiszüchtung. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung Bd. 6, 1918.
2. — — Befruchtungsergebnisse bei Mais zu verschiedenen Tageszeiten. Zeitschr. f. Züchtung, Reihe A Pflanzenzüchtung Bd. XV, 1930.
3. — — Kornreihenzahl am Maiskolben. Pflanzenbau 12. Jahrg. 1935.
4. — — Einige Erfahrungen über Maisbrand in Ungarn. Pflanzenbau 14. Jahrg. 1937.
5. — — Erhöhung der Maiserträge durch Ausnutzung der Heterosiswirkung. Der Züchter 11. Jahrg. 1939.
6. Kovátsits, L., Zeitgemäße ungarische Silowirtschaft (Ungarisch). Aus. d. Verf. Magyaróvár 1940, 232 S.
7. Brunner, A., Feldberegnungsversuche im Marchfeld und Steinfeld Ostmark 1938. (Eigenbericht der Versuchsansteller.)
8. Surányi, J., Dreijährige Versuche mit Maissorten 1934—1936. Magyaróvár 1938. (Ungarisch.)
9. Velican, G., Sortenversuche mit Mais in Siebenbürgen 1929—1932. Bukarest 1934.

Aus dem Mendel-Institute der Versuchs- und Forschungsanstalt für Gartenbau Eisgrub

# Neue Wege der Züchtung auf Frühreife der Tomaten

Von

**Franz v. Frimmel** und **Karl Lauche**

(Mit 3 Abbildungen)

Das Zuchtziel der Frühreife bei Tomaten ergibt sich zwangsläufig aus der Tatsache, daß die Tomate, angepaßt an subtropische Umweltbedingungen einen Lebensrhythmus hat, der dem mitteleuropäischen Klimarhythmus nicht voll entspricht. Die Frostempfindlichkeit dieser Pflanze begrenzt die Vegetationszeit im Hinblick auf Anbauzeit und Abschluß des Ertrages, obwohl der Pflanze die Fähigkeit zeitlich fast unbegrenzten Blühens und Fruchtens eigen ist. Im gemäßigten Klima wird diese fast unbegrenzte Blühwilligkeit durch den Wechsel der Jahreszeiten gewaltsam gestört. So kommt es, daß diese bei uns noch nicht voll akklimatisierte Pflanze bei Freilandkultur stets mehr Früchte anlegt, als sie zur Reife bringen kann. Ein mehr oder weniger großer Teil des Fruchtansatzes wird alljährlich durch den Herbstfrost vernichtet.

Insofern als zum Aufbau dieser nicht nutzbaren Früchte Nährstoffe dem Boden nutzlos entzogen werden, ist der Wunsch nach kurzlebigeren Sorten, welche die Gesamtheit ihrer Fruchtanlagen zu verwertbaren Früchten ausreifen, begreiflich. Bei der Verfolgung dieses Zuchtzieles, das in das Gebiet der Akklimatisationsfragen gehört, handelt es sich zwar um eine Verkürzung des Entwicklungsrhythmus und insofern um Züchtung auf „Frühreife im weiteren Sinne“; in dieser Forderung ist aber nicht ausdrücklich der Wunsch inbegriffen, daß auch der Beginn der Fruchtreife möglichst früh fallen möge. Eine Sorte, die in dieser Hinsicht hinter den ausgesprochenen „Frühsorten“ zurückbliebe, die bei relativ spätem Beginne der Fruchtreife lediglich dadurch ausgezeichnet wäre, daß sie in der unserem Klima nun

Tabelle 1

a) Sortenweise Verschiedenheit des Verlustes von Fruchtanlagen durch die Einwirkung des ersten Frostes

| | Jahr | Datum des 1. Herbstfrostes | Gesamtproduktion an Früchten je 10 Pflanzen | Davon durch den Frost vor der Reife vernichtet |
|---|---|---|---|---|
| **Beispiele von Frühsorten ohne Frostverlust** | | | | |
| Bonner Beste | 1940 | 17. 10. | 11,995 kg | 0 % |
| Sunrise | 1940 | 17. 10. | 7,70 kg | 0 % |
| **Beispiele von Sorten mit hohem Frostverlust** | | | | |
| The Diener | 1940 | 17. 10. | 11,28 kg | 27,5 % |
| Marvelosa | 1940 | 17. 10. | 7,975 kg | 18,8 % |

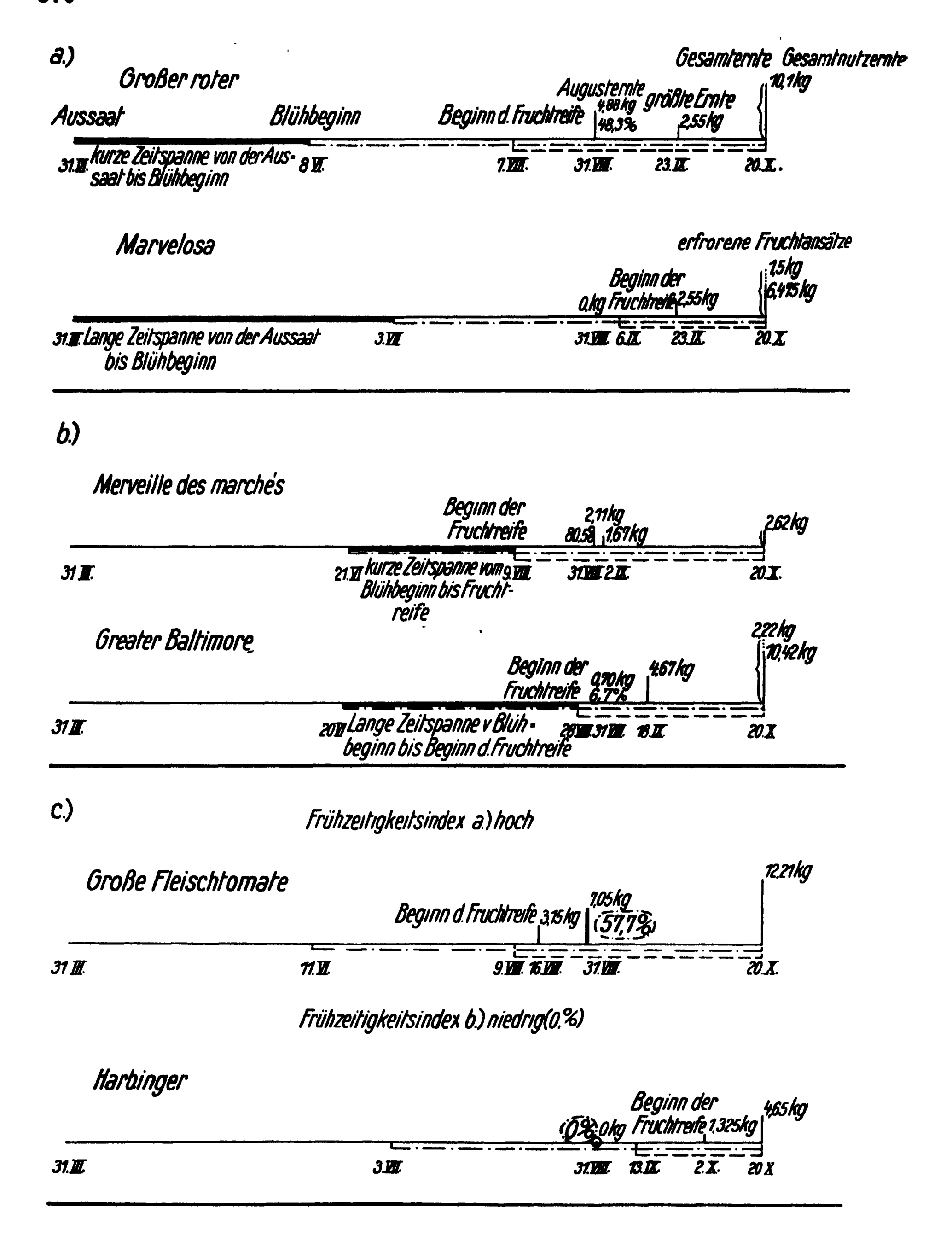
b) Beispiele von sortenmäßig verschiedenem Verhalten in bezug auf Verlust von Fruchtanlagen durch die Einwirkung des ersten Herbstfrostes in der Zeitspanne 1933—1940

| Jahr | Datum des 1. Herbstfrostes | Coopers erste Ernte | | Dänischer Export | | Prinz Borghese | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Gesamtproduktion an Früchten je 10 Pflanzen kg | davon durch den Frost vor der Reife vernichtet % | Gesamtproduktion an Früchten je 10 Pflanzen kg | davon durch den Frost vor der Reife vernichtet % | Gesamtproduktion an Früchten je 10 Pflanzen kg | davon durch den Frost vor der Reife vernichtet % |
| 1933 | 5. 10. | 13.908 | 15 | 19,28 | 0 | 23,94 | 11,5 |
| 1934 | 17. 10. | 15,49 | 4,5 | 15,04 | 7,5 | 17,56 | 23,5 |
| 1935 | 4. 11. | 30,775 | 30,5 | 35.128 | 25.5 | 44,41 | 31,7 |
| 1936 | 6. 10. | 14.853 | 3,2 | 18.772 | 1 | 27,45 | 7 |
| 1937 | 20. 10. | 22,62 | 2,5 | 28,71 | 2 | 33,10 | 9,8 |
| 1938 | 19. 11. | 15,04 | 0 | 21,16 | 1 | 17,81 | 10 |
| 1939 | 28. 9. | 15.19 | 0 | 14,03 | 0 | 20,17 | 16 |
| 1940 | 17. 10. | 8,32 | 15 | 10.46 | 1 | 8.55 | 5,2 |

einmal gesetzten Zeitgrenze die Hauptmasse ihrer Fruchtanlagen bis zur Pflückreife brächte, gleichgültig, wann innerhalb dieser Begrenzung die Reife einsetzt, würde der Forderung nach Akklimatisation voll entsprechen, ohne daß damit eine Charakterisierung als „Frühsorte im engeren Sinne" verbunden wäre. Da es für einen wichtigen Verwendungszweck, nämlich für die Belieferung der Konservenindustrie, praktisch gleichgültig ist, wann diese einzusetzen beginnt, lautet das Zuchtziel für die Gruppe von Fleischtomaten, die in feldmäßigem Massenanbau der Lieferung von Rohware für die Konservenindustrie dienen, lediglich in dem Sinne der Akklimatisationszüchtung. Der derzeitige Zustand ist der, daß es Sorten gibt, die zwar spätreif sind, so daß ein hoher Prozentsatz ihrer Fruchtanlagen bei uns dem ersten Herbstfroste zum Opfer fällt, die aber trotzdem so wüchsig und blühwillig sind, daß sie trotz dieses Verlustes mehr Nutzernte geben als die physiologisch schwächeren Frühsorten. Das züchterische Ideal einer unserem Klimarhythmus weitgehend angepaßten Sorte von höchster Ertragsfähigkeit ist noch nicht erreicht (2).

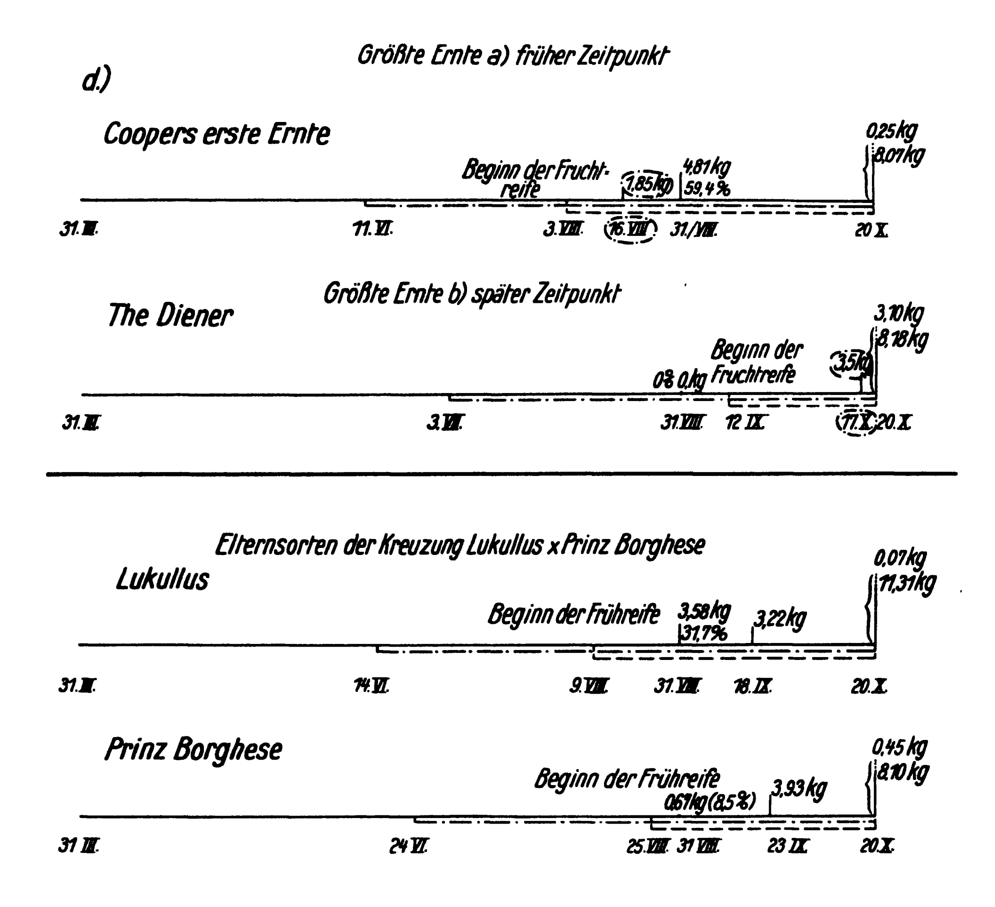
Anders als bei Konservensorten lautet die Forderung, die der Belieferer des Frischmarktes an die Frühreife seiner Sorte stellt, und zwar: „möglichst bald, möglichst viele Früchte". Es ist selbstverständlich, daß für den Frischmarkt der Ertrag in der Zeit, in welcher der Markt ohnehin mit Tomaten überschwemmt wird, weniger bedeutungsvoll ist als die Möglichkeit, zu einer Zeit Früchte zu liefern, in welcher noch Mangel an diesen herrscht. Für diesen Verwendungszweck ist eine Sorte, auch wenn sie im Gesamtertrage vergleichweise schwächer ist, ceteris paribus einer ertragsstarken vorzuziehen, wenn sie nur befähigt ist, früher als ihr Vergleichspartner reife Früchte zu produzieren. Die Erfüllung dieser züchterischen Forderung sei im folgenden als „Frühreife im engeren Sinne" von der Forderung nach besserer Anpassung an unseren Klimarhythmus unterschieden.

Dieses für den Marktgärtner vordringliche Zuchtziel nach Frühreife im engeren Sinne darf als weitgehend erreicht angesehen werden. Es gibt eine ganze Reihe frühreifer Sorten, die auch qualitativ voll entsprechen. Es wird der Züchtung, die hier auf einem Endpunkte angelangt zu sein scheint, immer schwieriger, in dieser Hinsicht doch um einen kleinen Schritt vorwärts zu kommen. Fast möchte es scheinen, daß das der Tomate physiologisch mögliche Maximum eben schon erreicht sei. Jeder, der sich schon bemüht




hat, aus einem variablen Ausgangsmaterial Linien zu selektionieren, die doch noch etwas frühreifer sind als die bewährten Frühsorten des Handels, weiß, wie schwierig dieses Beginnen ist.

Die Schwierigkeiten liegen nun nicht nur darin, daß es mit der Züchtung jeder Frühsorte aus physiologischen Gründen immer unwahrscheinlicher wird, ein noch weitergehendes Extrem in dieser Richtung zu finden, sie liegen auch sehr wesentlich im Methodischen.




Beispiele von Sortenverschiedenheiten in Bezug auf:

a.) Länge der Phase Keimung bis Blühbeginn.
b.) Länge der Phase Blühbeginn bis Beginn der Fruchtreife.
c.) Größe des „Frühzeitigkeits Jndex."
d.) Zeitpunkt der größten Ernte.

Die Tomate ist eine Pflanze, die zu ihrer Kultur sehr viel Platz benötigt — je nach der Anbauweise etwa 0,5 – 1 m² je Pflanze, das entspricht 10 000 – 20 000 Einzelpflanzen je Hektar —; eine geringe Anzahl, gemessen beispielsweise an der Riesenzahl von Getreidepflanzen je Hektar.

Da der Anbau der Tomaten naturgemäß über gewisse Grenzen nicht gesteigert werden kann, und dem gärtnerischen Züchter auch bei großzügiger Auffassung ja doch nur begrenzte Flächen zur Verfügung stehen, leidet die Tomatenzüchtung sehr empfindlich daran, daß sie sich stets mit einer relativ geringen Anzahl Einzelindividuen zufrieden geben muß. Der züchterische Trick der großen Zahl hat in der Tomatenzüchtung nur eng begrenzte Anwendungsmöglichkeit.

J e d e V e r b e s s e r u n g d e r M e t h o d i k , d i e e s e r l a u b e n w ü r d e , e i n M e h r f a c h e s a n P f l a n z e n z a h l a u f g l e i c h e r F l ä c h e d u r c h z u a r b e i t e n , w ä r e d a h e r e i n b e g r ü ß e n s w e r t e r F o r t s c h r i t t f ü r d i e T o m a t e n z ü c h t u n g !

Eine zweite Schwierigkeit für die Züchtung auf Frühreife im engeren Sinne besteht darin, daß diese Eigenschaft zahlenmäßig nicht ganz leicht zu erfassen ist, und daß daher die Bewertung von Einzelpflanzen ebenso wie die von Zuchtstämmen nicht ganz einfach ist. Die Frühreife im engeren Sinne setzt sich aus der Variation mehrerer Phasen des Wachstums zusammen. Die Zeit, die vom Beginne der Keimung bis zur Entfaltung der ersten Blüte verstreicht, ist sortenweise verschieden. Diese Phase wird durch Feststellung des Datums des Blühbeginnes phänologisch erfaßt. Die Zeit, die vom Blühbeginn bis zum Beginne der Pflückreife verstreicht, ist ebenfalls sortenweise verschieden, sie wird durch Feststellung des Datums des Beginnes der Fruchtreife erfaßt (3).

Für die praktische Sortenbewertung ist die Festhaltung des Datums der größten Ernte ein weiterer phänologischer Anhaltspunkt.

Die Feststellung phänologischer Daten für die Beurteilung der Frühreife gehen über ein gewisses Maß von Genauigkeit nicht hinaus, ganz fein nüanzierte Unterschiede sind auf diese Weise nicht mehr erfaßbar. Es besteht also neben der schon erwähnten Schwierigkeit der geringen Individuenzahl auch noch die der Begrenztheit der Genauigkeit der Beurteilung.

J e d e r m e t h o d i s c h e F o r t s c h r i t t , d e r e s e r m ö g l i c h e n w ü r d e , e i n s c h ä r f e r e s M a ß f ü r d i e F r ü h r e i f e i n A n w e n d u n g z u b r i n g e n , w ä r e d a h e r z u b e g r ü ß e n !

Die praktische Brauchbarkeit einer Frühsorte hängt nicht nur davon ab, daß die erste Frucht möglichst früh reif wird, sondern davon, daß möglichst früh möglichst viele Früchte reif werden. Sortenverschiedenheiten in dieser Hinsicht werden durch die Bestimmung des Frühzeitigkeitsindex nach R o e m e r erfaßt. Der Frühzeitigkeitsindex ist die Zahl, welche ausdrückt, wie viele Prozente der gesamten Nutzernte bis zu einem bestimmten Stichtag (31. August) geerntet wurden. Dieser Frühzeitigkeitsindex ist ein Maß für die praktische Brauchbarkeit einer Frühsorte, denn bei der praktischen Bewertung einer Sorte kommt es darauf an, daß sie in der ersten Phase der Tragbarkeit einen möglichst großen Teil ihrer Gesamternte liefert, gleichgültig auf Grund welcher physiologischer resp. konstitutioneller Zusammenhänge dies der Fall ist.

J e d e r z ü c h t e r i s c h e F o r t s c h r i t t , d e r z u r H e b u n g d e s F r ü h z e i t i g k e i t s i n d e x f ü h r t , i s t d a h e r i m S i n n e d e s Z u c h t z i e l e s z u b e g r ü ß e n .

Eine weitere Schwierigkeit für die züchterische Behandlung der Frühreife liegt darin, daß die Genetik der Frühreife noch ganz ungeklärt ist. Das, was mit dem Worte „Frühreife“ umschrieben wird, ist der in irgendein zahlenmäßiges Bild zusammengefaßte Effekt des Ablaufes verschiedenster Lebensprozesse. Es kann also irgendeine einfache Beziehung zwischen einem Gen und der Eigenschaft „Frühreife“ von vornherein gar nicht erwartet werden. Der derzeit mögliche Einblick in die Art der Steuerung all jener Lebensprozesse, die das frühere oder spätere Reifwerden der Früchte bedingen, ist trotz der sehr verdienstvollen Forschungen von C u r r e n c e (1) doch noch keineswegs ausreichend, um die Züchtung aus der rein empirischen Arbeitsweise herauszuheben.

Angesichts dieser der Frühreifezüchtung der Tomaten entgegenstehenden Schwierigkeiten bedeuten die Feststellungen Schlössers (4), daß die Frühreife auch morphologisch erfaßbar ist, einen bedeutsamen Fortschritt. Schlösser wies nach, daß die Frühreife erfaßbar ist durch die Feststellung des Knotens, in welchem der erste Blütenstand angelegt wird. Eine Tomate, die beispiels-



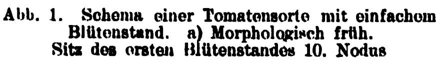


Abb. 1. Schema einer Tomatensorte mit einfachem Blütenstand. a) Morphologisch früh. Sitz des ersten Blütenstandes 10. Nodus



Abb. 2. Schema einer Tomatensorte mit einfachem (normalen) Blütenstand. b) Morphologisch spät. Sitz des ersten Blütenstandes 17. Nodus

weise erst in der Achsel des 15. Blattes ihren ersten Blütenstand anlegt, ist später als eine, die das schon im 10. Knoten tut. Der morphologische Sitz des ersten blütentragenden Knotens ist daher ein ganz ausgezeichnetes Maß für die Frühreife. Dieser in einer zahlenmäßig scharf erfaßbaren morphologischen Charakterisierung der Frühreife bestehende Fortschritt gab Anlaß

zur Ausarbeitung einer Methode, die es ermöglicht, eine um ein Vielfaches größere Individuenzahl die Selektion nach Frühreife passieren zu lassen und diese selbst durch die morphologische Charakterisierung zahlenmäßig schärfer zu erfassen, als dies bisher möglich war.

Die der morphologischen Prüfung zu unterziehenden Pflanzen werden aus dem Saatbeet direkt ins Freiland in einem Abstande von 30 × 15 cm ausgepflanzt. Diese Pflanzweite ergibt im Vergleich zu der sonst im Institute üblichen Pflanzweite von 80 × 100 cm die Möglichkeit, auf gleicher Fläche eine mehr als die 17fache Anzahl von Pflanzen heranzuziehen. Diese Jungpflanzen werden nun zur Zeit des Sichtbarwerdens der ersten Blütenstandsanlage daraufhin einzeln untersucht, im wievielten Knoten diese erscheint.

Die Tabelle 2 gibt die Resultate derartiger Auszählungen wieder. Aus diesen ergibt sich ein gesicherter Unterschied in der morphologischen Frühreife zwischen den Sorten Lukullus einerseits und Coopers und Kondine red andererseits, die beiden letzteren sind in bezug auf dieses Merkmal gleichwertig. Innerhalb der Sorte Coopers konnte der Zuchtstamm 3 als morphologisch frühreifer vom Zuchtstamm 4 unterschieden werden. Die Unterschiede der Zuchtstämme der Sorte Kondine red sind nicht gesichert, wohl aber die der Zuchtstämme 1 und 2 von Lukullus; $F_2$-Material der Kreuzungen Purpurkugel × Coopers, Juwel × Coopers, Mikado × Coopers ergeben in Bezug auf morphologische Frühreife keine Transgression über die morphologische Frühreife des frühreiferen Elternpartners.

Abb. 3. Schema einer Tomatensorte mit gegabeltem Blütenstand

Die morphologisch frühesten Einzelpflanzen werden nun auf eine Kulturfläche mit normalen Distanzen verpflanzt, die große Mehrzahl der untersuchten Jungpflanzen wird nach der Auszählung vernichtet. Diese Methodik erfüllt also sowohl die Forderung nach einer Vergrößerung der dem Auslesevorgang zur Verfügung zu stellenden Individuenzahl als auch die nach einem zahlenmäßig scharf erfaßbaren Maß für die Frühreife.

Um nun auch die dritte Forderung nämlich die nach Erhöhung des Frühzeitigkeits-Index zu erfüllen, ist bloß ein ganz einfacher züchterischer Trick notwendig und das ist die Umzüchtung der frühreifsten Linien auf einen Typus mit gespaltenem Blütenstand. Die Sorte Prinz Borghese kann als typisches Beispiel für diesen Blütenstandstypus genannt werden (Abb. 1—3).

Der normale Blütenstand der Tomate ist eine einfache Traube mit einer geringen Zahl von Früchten. Prinz Borghese entwickelt aber einen vielfach

Tabelle 2

Resultate von Auszahlungen betreffend den Sitz des ersten Blütenstandes

| | Sitz des 1 Blütenstandes Nodus | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Coopers Nr 1 . . | p | | 1 | 40 | 453 | 334 | 16 | 5 | 1 | | | n = 850 | $M$ = 12,403 | $\sigma = \pm 0{,}66$ | m = ± 0,024 |
| | % | | 0,1 | 4,7 | 53,3 | 39,3 | 1,9 | 0,6 | 0,1 | | | | | | |
| Coopers Nr 3 . . | p | | 2 | 43 | 278 | 164 | 8 | 1 | 1 | | | n = 497 | $M$ = 12.281 | $\sigma = \pm 0{,}684$ | m = ± 0,028 |
| | % | | 0,4 | 8,6 | 56,0 | 33,0 | 1,6 | 0,2 | 0,2 | | | | | | |
| Coopers Nr. 4 . . | p | | 4 | 26 | 234 | 227 | 38 | 1 | | | | n = 530 | $M$ = 12,513 | $\sigma = \pm 0{,}713$ | m = ± 0,031 |
| | % | | 0,7 | 4,9 | 44,2 | 42,85 | 7,2 | 0,15 | | | | | | | |
| Kondine red Nr. 4 | p | 2 | 11 | 37 | 334 | 378 | 36 | 3 | | | | n = 801 | $M$ = 12,492 | $\sigma = \pm 0\ 232$ | m = ± 0,082 |
| | % | 0,25 | 1.4 | 4.6 | 41,7 | 47.2 | 4,5 | 0,35 | | | | | | | |
| Kondine red Nr. 5 | p | 1 | 15 | 11 | 96 | 283 | 41 | 3 | 1 | | | n = 451 | $M$ = 12,740 | $\sigma = \pm 0{,}865$ | m = ± 0,039 |
| | % | 0,25 | 3,3 | 2,4 | 21,3 | 62,7 | 9,1 | 0,7 | 0,25 | | | | | | |
| Kondine red Nr 6 | p | 1 | 10 | 6 | 57 | 130 | 34 | | | | | n = 238 | $M$ = 12,710 | $\sigma = \pm 0.91905$ | m = ± 0,06127 |
| | % | 0,4 | 4.2 | 2,5 | 24,0 | 54,6 | 14,3 | | | | | | | | |
| Lukullus Nr. 1 . | p | | | | 30 | 387 | 173 | 23 | 2 | 1 | | n = 616 | $M$ = 13,323 | $\sigma = \pm 0{,}6569$ | m = ± 0,02646 |
| | % | | | | 4,9 | 62,8 | 28,1 | 3,7 | 0,3 | 0,2 | | | | | |
| Lukullus Nr. 2 . . | p | | | | 12 | 301 | 521 | 261 | 78 | 9 | 1 | n = 1183 | $M$ = 14,103 | $\sigma = \pm 0{,}9213$ | m = ± 0,026 |
| | % | | | | 1,0 | 25,4 | 44,0 | 22,0 | 6,7 | 0,8 | 0,1 | | | | |
| $F_2$ Purpurkugel × Coopers | p | | | 3 | 21 | 176 | 237 | 132 | 36 | 9 | | n = 614 | $M$ = 14.820 | $\sigma = \pm 1{,}30$ | m = ± 0,054 |
| | % | | | 0.5 | 3,4 | 28,65 | 38,6 | 21,5 | 5,85 | 1,5 | | | | | |
| $F_2$ Juwel × Coopers | p | | | 7 | 69 | 188 | 55 | 9 | 2 | | | n = 330 | $M$ = 12,987 | $\sigma = \pm 0{,}766$ | m = ± 0,045 |
| | % | | | 2,1 | 209 | 57 | 16,7 | 2,7 | 0,6 | | | | | | |
| $F_2$ Mikado × Coopers | p | | | | 14 | 121 | 118 | 47 | 17 | 15 | 3 | n = 335 | $M$ = 13,967 | $\sigma = \pm 1{,}5175$ | m = ± 0,0843 |
| | % | | | | 4,2 | 35,8 | 35.2 | 14.0 | 5,1 | 4,8 | 0,9 | | | | |

gegabelten Blütenstand der überaus reichblütig ist. Diese Ausgangssorte ist aber leider recht spätreif, so daß sie für den Massenanbau in unserem Klima nicht in Frage kommt. Es ist aber nicht schwierig, aus Folgegenerationen der Kreuzung einer frühreifen Handelssorte mit Prinz Borghese Formen zu selektionieren, welche den morphologischen Bau des gegabelten Blütenstandes mit Frühreife verbinden.

Nun liegt es auf der Hand, daß es im Sinne der Forderung nach einer möglichst reichen Früchteproduktion in der Zeit der ersten Pflückungen liegt, wenn der zuerst gebildete Blütenstand möglichst viele Früchte trägt. Die Gabelung des Blütenstandes führt zu einer Erhöhung der Zahl der in der Zeit des ersten Bedarfes reifenden Früchte. Der aus der Spaltung nach Kreuzung einer Frühsorte mit Prinz Borghese erhaltene frühe Prinz Borghesetyp unterscheidet sich also von dem phänologisch gleichfrühen Typ der frühreifen Elternsorte dadurch, daß sein unterster, frühester Blütenstand eine mengenmäßig bedeutend größere Ernte ergibt.

Somit glauben wir, durch Anwendung des auf der Schlösserschen morphologischen Charakterisierung der Frühreife basierenden Selektionsverfahrens auf Spaltungsprodukte von Kreuzungen von Frühsorten mit Sorten, die durch gegabelten Blütenstand ausgezeichnet sind, einen Weg gefunden zu haben, der neue Fortschritte in der Frühreifezüchtung ermöglicht.

## Schrifttum


1. Currence, T. M., The relation of the first chromosome pair to date of fruit ripening in the tomato. Genetics 23, 1—11, 1938. Ref. Zeitschr. f. Züchtung R. A. XXII. 3, 489, 1938.
2. Frimmel, F., Tomatenzüchtung am Mendel-Institut in Eisgrub. Der Züchter IX, 6/7, 173, 1937.
3. Hackbarth, J., Loschakowa, Hasenbusch, N., v. Sengbusch, R., Die Züchtung frühreifer Tomaten mittels Kreuzungen zwischen Sol. lyc. und Sol. racem. Der Züchter V, 5, S 97, 1933.
4. Schlösser, L. A., Fruchtstandshöhe und Reifungsgeschwindigkeit bei Tomaten. Der Züchter X, 132—136, 1938.

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Landwirtschaftlichen Hochschule in Brünn

# Einfluß der nicht entgipfelten Blütenstände auf das Ausreifen großblätteriger, in einem feuchten Jahr und auf schweren Böden angebauten Tabaksorten

Von

**F. Chmelař**

(Mit 1 Abbildung)

Bei großblätterigen Tabaksorten ist es üblich, die Blütenstände mit einigen der obersten Blätter abzuzwicken (zu entgipfeln — köpfen —), damit die Pflanze eine kleinere Anzahl großer Blätter bildet. Auf schweren und gut gedüngten Böden werden jedoch bei derartig entgipfelten Pflanzen in feuchten Jahren die Blätter zu stark und bleiben auch lange grün. Diese Erscheinung kommt besonders in Gebieten an der Nordgrenze des Tabakanbaues vor und hat eine schlechte Farbe, einen schlechten Geruch und eine mindere Brennbarkeit der Blätter zur Folge. Aus diesem Grunde wurde von der Tabakregie in Böhmen und Mähren in der Anleitung zum Tabakbau empfohlen, auf schweren Böden die Pflanzen nicht zu entgipfeln. Es sollte dadurch ein besseres Ausreifen erzielt werden. Im Gegenteil kommen bei Zigarettentabak, mit mittelgroßen Blättern (z. B. Sorte Gartentabak), wo die Blütenstände nicht entfernt werden, manchmal Blätter vor, die zu dünn sind, so daß sie vom Wind u. ä. leicht beschädigt werden. Hier wurde daher von Fachleuten empfohlen, durch Abzwicken der Blütenstände das Blatt etwas zu stärken.

Ich habe daher im Jahre 1940 an zwei Stellen mit gänzlich verschiedenen Böden, und zwar in Brünn und Schabschitz Versuche unternommen. Über die Ergebnisse dieser Versuche mit einer großblätterigen Sorte (Theißer), mit einer Übergangssorte (St. Andreas) und einer fast Zigarettentabaksorte mit mittelgroßem Blatt (Gartentabak) wird im weiteren berichtet.

Die Frage über den Einfluß des Entgipfelns von Tabak auf die Entwickelung der Pflanzen, den Ertrag und die Güte der Blätter wurde schon von verschiedenen Forschern, aber von anderen Gesichtspunkten aus in Versuchen bearbeitet. A. von Babo (Der Tabakbau, Berlin, 5. Ausg. 1919, Seite 98) führt an, daß durch die Entgipfelung ein stärkerer Wuchs und ein höherer Ertrag an Blättern erzielt wird, es darf aber der Blütenstand nicht frühzeitig abgezwickt werden, da sonst, auch bei sorgfältigem Ausgeizen der Seitentriebe, die Blätter infolge starker Nährstoffanhäufung schwämmig werden, ihre Feinheit einbüßen, die Rippen zu stark werden, das Rippenverhältnis sich ungünstiger

gestaltet und das spezifische Gewicht der Blätter sich verschlechtert. Werden die Blätter stärker, vermindert sich auch ihre Verbrennlichkeit. Als gegebenen Zeitpunkt zum Entgipfeln betrachtet Babo jenen, wenn die Zeit der intensiven Entwickelung des Stengels und der Höhenwuchs des Stengels abgeschlossen ist und die Blüten sich zu entwickeln beginnen. Bei Tabak, der als Schneidegut und zur Einlage verwendet wird, empfiehlt er höher zu köpfen und mehr Blätter zu lassen. Babo behauptet, daß einheimische, deutsche Tabaksorten, die nicht entgipfelt werden, ihr gutes Aroma verlieren, weiters, daß die oberen Blätter nicht ausreifen und daß die Ernte geringer sei.

Ph. Hoffmann (Berichte über Versuche auf dem Gebiete des Tabakbaues, 1903—1904, Berlin, Parey, zit. nach Babo S. 98) fand einen weiteren wichtigen Umstand, und zwar, daß Tabaksorten auf stärkeren Böden besser sind, wenn man hoch und spät, als niedrig und frühzeitig entgipfelt und diese Maßnahme äußert sich sowohl im Ertrag als auch in der Güte. Im Jahre 1905 war der Ertrag der Blätter im Vergleich mit nicht entgipfelten, bei spät und hoch entgipfelten Pflanzen durchschnittlich um 26,7 % höher, bei tief entgipfelten aber nur um 13,9 %. Hoffmann fand auch, daß einige Sorten nach dem Entgipfeln wenig Seitentriebe bilden, z. B. Goundi und Dutten. Es wird daher möglich sein, auf dem Wege der Züchtung diese Eigenschaft zu regulieren. Später äußert sich Hoffmann (Der Anbau von Rauchtabak in Deutschland 1934, S. 23), daß je später das Entgipfeln, eventuell auch nach dem Aufblühen der Blütenknospen vorgenommen wird, desto besser.

Zu derselben Ansicht kommt in letzter Zeit auch der Direktor der Reichsanstalt für Tabakforschung in Forchheim Prof. Dr. P. Koenig (siehe Reichsanstalt f. Tabakforschung, Forchheim-Karlsruhe, 1927—1939, Karlsruhe 1939, S. 13), welcher hervorhebt, daß die mit dem Entgipfeln und Ausgeizen verbundene Arbeit für einen erfolgreichen Tabakbau ausschlaggebend ist. Mit Ausnahme bei Tabaksorte, die als Roll- und Deckblätter Verwendung finden, empfiehlt er ein hohes und spätes Entgipfeln, aber dann auch ein öfteres Ausgeizen. Die Reichsanstalt in Forchheim ist bemüht, Sorten zu züchten, die wenige Geiztriebe bilden, d. h. frühreif sind.

Die angeführten Versuche, welche Babo, Hoffmann und Koenig ausführten, wurden mit großblätterigem Pfeifen- und Zigarrentabak der Gruppe Nicotiana tabacum durchgeführt. Über Zigarettentabaksorte, bei welchen das Entgipfeln nicht üblich ist, haben wir eine sehr ausführliche Studie, über das Entgipfeln der Zigarettentabaksorte Molovata, von den rumänischen Forschern J. Vladescu und N. Dimofte (Über den Einfluß des Köpfens auf den Stoffwechsel der Tabakpflanzen, Bulletinul tutunului, Bukarest 1937, Jahrg. 26, Nr. 1, S. 41—63). Hier findet man auch eine ausführliche Übersicht bisheriger Arbeiten und unter diesen auch die Arbeit von Dimitrov, Sofia 1934. Obzwar es sich um Zigarettentabak und um das warme südliche Gebiet handelt, sind auch für uns die Forschungsergebnisse von Bedeutung, besonders bezüglich der Sorte „Gartentabak". Nach diesen Forschern erhöht das Entgipfeln das Gewicht der Blätter, diese sind konsistenter, größer und haben eine größere Fläche; sie sind auch reicher an Nikotin und haben einen etwas höheren Gehalt an Protein und

Kohlenhydrate. Der Flächen- und Gewichtszuwachs ist desto größer, je früher die Pflanze nach dem Entwickeln der Blütenknospen entgipfelt wird. Vom physiologischen Standpunkte betrachtet wird nach Vladescu und Dimofte durch das Entgipfeln das Blatt verjüngt. Als Zeitpunkt wurde von den rumänischen Autoren benützt: 1. Das Erscheinen der Blütenknospen. 2. Der Beginn der Blüte. 3. Die volle Blüte. Die Blätter wurden immer zwischen $7^1/_2$—$8^1/_2$ morgens geerntet, und zwar nur 5. bis 9. Blatt.

Die Reaktion des Zigarettentabaks auf das Entgipfeln war im Ganzen und Großen die gleiche wie bei den großblätterigen Tabaksorten.

Die technische Verwertung des Entgipfelns ist am meisten bei dem Anbau der amerikanischen, aromatischen Tabaktypen Virginia und Kentucky vervollkommnet worden, welche nun auch in Europa (hauptsächlich in Italien) und in letzter Zeit im Reich gezüchtet und angebaut werden.

Den Einfluß des Zeitpunktes und der Art des Entgipfelns hat Dr. O. Wöber eingehend bearbeitet (Das Köpfen und Geizen der Tabakpflanzen. Süddeutsche Tabakzeitung, Mainz, Nr. 49 u. 50, 1938). Nach seiner Ansicht handelt es sich bei dem Köpfen darum, den Stillstand der Blattentwickelung, welcher allmählich vom unteren Ende der Pflanze einsetzt, zu verschieben. Wenn die Pflanze die Samenanlage zu bilden beginnt, vermindert sich bei den jungen Blättern allmählich die Entwicklung, und kommt zur Zeit der Samenreife völlig zum Stillstand. Die Wuchsstoffe werden in den Blättern allmählich abgebaut. Nach dem Köpfen der ersten Samenanlagen auf den Haupttrieben muß ein regelmäßiges Geizen folgen. Die weitere Entwickelung der Blätter in Form und Größe ist hauptsächlich vom Zeitpunkt des Entgipfelns abhängig. Diesen Einfluß haben systematisch G. A. Jr. Avery 1933, Amer. Jour. Bot. 20: 565—592; 1934, Bot. Gaz. 96: 314—329, Behrens, Landw. Versuchst. Bd. 45, 1895, Th. Berthold, Landw. Jahrb. Bayern, 19: 625—682, Comp. Agr. Exp. Stat. Bull. 326: 399—405, F. R. Darkis, L. F. Dixon, P. M. Gross, A. Wolf, Jour. Ind. Eng. Chem. Bd. 27, 1152—1157, 1936 Bd. 28, 180—189, A. Wolf u. P. M. Gross, Bull. of the Torrey Bot. Club 64, S. 117—131, March 1937, geprüft.

Nach Wolf und Gross hat das Köpfen folgenden Einfluß:

| Blatt | Länge cm | Breite cm | Fläche $cm^2$ | $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ | Stärke | Rippenquerschnitt $cm^2$ | Durchschnitt von |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Tief geköpft . | 62,85 | 35,93 | 1433,97 | 1,75 | 325 | 1,016 | 9 Blätter |
| 2 Hoch geköpft | 55,27 | 29,14 | 1010,71 | 1,89 | 234 | 0,724 | 18 „ |
| 2 Nicht geköpft | 49,43 | 25,03 | 783,42 | 2,024 | 264 | 0.563 | 23 „ |

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, daß sich die Form der Blätter infolge des Köpfens stark ändert. Das Blatt wird breiter. Das Verhältnis der Länge zur Breite sinkt von 2,024 bei nicht geköpften auf 1,89 bei hoch geköpften und 1,75 bei niedrig geköpften Pflanzen. Die Blattfläche ist fast doppelt größer, der Rippenquerschnitt zweimal so groß bei tief geköpften und die Stärke der Blätter nahm fast um die Hälfte zu. Morphologisch am interessantesten ist aber, daß auch der Winkel, den die Hauptrippe mit den Seitenpaaren

einschloß, sich sichtbar veränderte und bei geköpften Pflanzen um 4—7° größer war.

Die durchschnittliche Winkelgröße zwischen der Hauptrippe und deren Seitenpaare:

| | Tief geköpft Grad | Hoch geköpft Grad | Nicht geköpft Grad |
|---|---|---|---|
| Erstes Paar . . . . | 74,1 | 71,5 | 67,5 |
| Zweites Paar . . . . | 72,9 | 69,4 | 67,5 |
| Drittes Paar . . . . | 68,6 | 66,5 | 64,2 |
| Viertes Paar . . . . | 63,4 | 62,0 | 61,1 |
| Fünftes Paar . . . . | 59,0 | 57,8 | 55,3 |
| Sechstes Paar . . . . | 53,9 | 54,4 | 52,0 |
| Siebentes Paar . . . | 49,2 | 50,0 | 49,2 |
| Achtes Paar . . . . | 46,8 | 46,6 | 43,7 |
| Neuntes Paar . . . . | 43,0 | 43,0 | 39,9 |

Berthold stellt fest, daß Pflanzen, welche hoch entgipfelt und gegeizt wurden, ein etwas stärkeres Wurzelsystem hatten, als hoch entgipfelte aber nicht gegeizte Pflanzen.

Das Abzwicken der Geiztriebe unterstützt die Wurzelentwickelung, besonders der Faserwurzeln um die Wurzelkrone. Das tiefe, d. i. niedrige Entgipfeln hat auf die Entwickelung des Wurzelsystems einen noch größeren Einfluß als das hohe Entgipfeln.

Das Entgipfeln erhöht die Dicke der Blätter; diese ist aber nicht durch eine Vermehrung der Zellenzahl, sondern nur durch eine bedeutende Vergrößerung der Zellen bedingt. Bei tief geköpften Pflanzen sind die Blattzellen am größten (Wolf u. Gross, Bull. of the Torrey Bot. Club 1937).

Die Blätter der tief geköpften Pflanzen erschlaffen in heißen und trockenen Tagen im Vergleich zu den nicht geköpften weniger. Berthold glaubt, daß es sich hier um eine größere Turgeszenz in den Blättern der tief geköpften Pflanzen handelt, welche vom Wurzelsystem bedingt wird, d. h. durch eine erhöhte Spannung der elastischen Zellwände infolge des größeren Wasserdruckes und des Druckes des Zellinhaltes auf diese. Auf die Vergrößerung der Zellen nach dem Entgipfeln hat neben der größeren Tätigkeit der Wuchsstoffe auch die erhöhte Turgeszenz ihren Einfluß. Das tiefe Entgipfeln erhöht nach Berthold und übereinstimmend nach Wolf und Gross, im Vergleich mit nicht entgipfelten Pflanzen, den Gesamtertrag nur unbedeutend. Durch hohes Köpfen wird der Ertrag größtenteils erhöht.

Der Ertrag einer Pflanze in Gramm nach Berthold:

| | Grün | Trocken |
|---|---|---|
| Hoch geköpft und gegeizt . . . . . | 717 | 101 |
| Hoch geköpft und nicht gegeizt . . . | 635,7 | 84 |
| Tief geköpft und gegeizt . . . . . . | 631,3 | 100,3 |
| Tief geköpft und nicht gegeizt . . . | 544 | 77,7 |
| Hoch geköpft und gegeizt . . . . . | 653,7 | 96 |
| Hoch geköpft und nicht gegeizt . . . | 621,3 | 82,3 |
| Tief geköpft und gegeizt . . . . . . | 630,7 | 92 |
| Tief geköpft und nicht gegeizt . . . | 598,3 | 87,3 |
| Nur spät gegeizt . . . . . . . . | 523,7 | 79,7 |
| Weder geköpft noch gegeizt . . . . | 580,7 | 81 |

Das tiefe Köpfen wurde in diesem Falle milder als gewöhnlich vorgenommen: die tief geköpften Pflanzen hatten nur um drei Blätter weniger als die hoch geköpften. Die Vermutung, daß das Gesamtgewicht der er-

zeugten trockenen Blätter (Ertrag) bei tief geköpften Pflanzen bedeutend größer sei als bei hoch geköpften Pflanzen, wurde durch diesen Versuch nicht bestätigt. Wolf und Gross fanden, daß das durchschnittliche Gewicht eines Blattes beträgt:

| | Grün | Trocken | Trockensubstanz | Der Blattertrag einer Pflanze | |
|---|---|---|---|---|---|
| | g | g | % | Zahl | g |
| Bei tiefem Köpfen . . . . | 79,54 | 10,27 | 12,78 | 9 | 91,44 |
| Bei hohem Köpfen . . . . | 47,80 | 6,75 | 14,22 | 18 | 113,70 |
| Bei nicht geköpften Pflanzen . | 35,04 | 4,37 | 12,19 | 23 | 98,25 |

Den größten Ertrag an Trockenblatt gaben hoch geköpfte Pflanzen mit mittlerer Blattzahl (18 Blätter, gegenüber 9 bei tief geköpften und 23 bei nicht geköpften).

Der Einfluß des Entgipfelns auf die Aschezusammensetzung und den Nikotingehalt studierte Behrens schon im Jahre 1895 (Landw. Versuchst. Bd. 45). Die Zahlen sind in Prozenten der Trockensubstanz angegeben:

| | Asche | Kali | Chlor | $K_2CO_3$ | Stickstoff | Nikotin |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Auf 12 Blätter geköpft und gegeizt . | 24,98 | 3,69 | 0,34 | 0,08 | 4,32 | 2,18 |
| Auf 12 Blätter geköpft, aber nicht gegeizt | 21,80 | 3,64 | 0,15 | 0,99 | 2,59 | 0,63 |
| Nicht geköpft, aber gegeizt . . . . | 17,67 | 3,87 | 0,12 | 1,19 | 2,32 | 0,95 |

Aus diesen Analysen ist ersichtlich, daß in den Blättern der geköpften (auf 12 Blätter) und gegeizten Pflanzen der Aschegehalt zunimmt (mehr als 7 %); auch der Stickstoffgehalt ist höher (+ 2 %) und stark, auf den doppelten Gehalt ist der Nikotinanteil gestiegen (von 0,95 % auf 2,18 % bei geköpften und gegeizten Pflanzen). Falls die Pflanze nur geköpft wurde, bestand der Unterschied hauptsächlich darin, daß der Nikotinanteil nicht stieg, eher wurde er geringer (0,95 auf 0,63) und auch der Stickstoffgehalt blieb fast unverändert.

W. W. Garner (USA. Depr. of Agr. Washington Bull. 414, 1934) fand ebenfalls, daß bei tief entgipfelten und gegeizten Blättern der Nikotingehalt fast auf die doppelte Menge im Vergleich zu nicht entgipfelten Blättern anstieg. Dr. Wöber ist der Ansicht, daß das Abzwicken der Blütenstände (der Haupt- und Geiztriebe) den Abgang (das Wandern) der gebildeten Stoffe verhindert. Er folgert daraus, daß das Entgipfeln und Geizen einen tiefen Eingriff in die Entwickelung und die Zusammensetzung des Tabaks vorstellt und muß daher sorgfältig der Sorte und dem Produktionsziel angepaßt werden, da sonst unerwartete Schäden entstehen können. Ein tiefes Entgipfeln, bei Beginn der Blütenstandbildung (es werden 8—10 Blätter gelassen), empfiehlt er bei den breitblätterigen Pfeifen- und Kautabaksorten, besonders den Virginia- und Kentuckytypen, Pryor und den Amersforter- und Friedrichstalsorten und deren Kreuzungsprodukten. Ein hohes Entgipfeln, a) (wenn der Blütenstand deutlich entwickelt ist, einige Knospen entwickelt sind, und bevor noch die erste Knospe aufblüht, 12—18 Blätter) empfiehlt er für Sorten, die künstlich oder normal getrocknet werden sollen, bei Sorten für Deck- und Rollblätter und lichtes Schneidegut: Burley, deutscher Gendertheimer, F. Stamm, U. Stamm (wenn er leichtes Schneidegut liefern soll), b) dasselbe Entgipfeln, aber wenn

1—2 Knospen in voller Blüte sind, dann werden die 2—3 Geiztriebe nur einmal abgezwickt, bei Deckblättern Cuba, Havanna, Sumatra, bei der Sorte Forchheimer, Havanna II., Havanna III., NFT. 51. Das höchste Entgipfeln (ohne Geizen) wird vorgenommen, wenn der Blütenstand in voller Blüte ist, und zwar bei Zigarettentabak und der Sorte NFT. (Nikotinfreier Tabak) aus der Anstalt für Tabakforschung in Forchheim. Das höchste Entgipfeln wird bei nikotinarmen Sorten durchgeführt, die schon im Felde bei der Ernte arm an Nikotin sein sollen, da bei der spezifischen Trocknung, wie z. B. der Röhrentrocknung der Abbau des Nikotins fast unmöglich ist. Nicht entgipfelt werden die kleinblätterigen Zigarettentabaksorten und die Bauerntabaksorten (N. Rustica).

Nach einer eingehenden Studie von P. Koenig (Nikotinverminderung und -vermehrung in der Tabakpflanze, Ztschr. f. Untersuchung d. Lebensmittel, 1931, Br. 62, Heft 1/2) nimmt der Nikotingehalt der Blätter zu, je höher das Blatt am Stengel ist. So z. B. hatte das erste Blatt (Sandblatt) 1,61 %, das siebente 4,45 %. In feuchten Jahren und auf feuchten Böden ist der Nikotingehalt niedriger. höher ist er auf mit Stickstoff reicher gedüngten Feldern und bei weiterer Entfernung der Pflanzen, bei Beschattung ist er niedriger. Am höchsten ist er 1/2—1 Monat vor der Blatternte. Chlor in den Düngemitteln erhöht den Nikotingehalt. Bei der künstlichen Trocknung bleibt der Nikotingehalt völlig erhalten, wenn aber die Blätter in Gruppen geerntet werden, so wie sie reifen, nimmt der Nikotingehalt ab und auch bei der Lufttrocknung sinkt er ziemlich stark. Daher muß man bei der künstlichen Trocknung die Zunahme des Nikotingehaltes infolge des Entgipfelns der Pflanze berücksichtigen.

Aus der angeführten Übersicht der bisher durchgeführten Versuche und Arbeiten ist ersichtlich, daß das Abzwicken des Hauptblütenstandes, der obersten Blätter und der Geiztriebe zu einer Zeit, da die Blattentwicklung nachzulassen beginnt, physiologisch auf die weitere Entwickelung der Blätter so einwirkt, als ob es sich um eine Verjüngung der Blattentwickelung handeln würde, d. h. der Blattwuchs wird verschoben und verlängert. Morphologisch äußert sich dies hauptsächlich in einer Vergrößerung der Blattfläche der einzelnen Blätter, Vermehrung des Anteiles und Querschnittes der Rippen, Vergrößerung der verhältnismäßigen Breite der Blätter, Verstärkung der Wurzel — besonders des Faserwurzelanteiles. Die Blätter sind auch dicker, da die Zellen mächtiger entwickelt sind. Das Gesamtgewicht der Blatternte ist größtenteils bei den zur richtigen Zeit entgipfelten Pflanzen höher als bei nicht entgipfelten, die einzelnen Blätter sind schwerer. Derartig reagieren großblätterige Pfeifen- und Zigarrentabaksorten und auch mittelgroßblätterige Zigarettentabaksorten. Ebenso stimmen bei beiden Gruppen die Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung überein. Die Blätter der entgipfelten Pflanzen hatten einen bedeutend höheren Nikotingehalt (doppelt so hoch bei tief entgipfelten), einen höheren Gehalt an Protein und Kohlenhydrate. Physiologisch wichtig ist die von Berthold gemachte Feststellung, daß bei tief entgipfelten Pflanzen die Blätter in warmen und trockenen Tagen weniger erschlaffen als bei nicht entgipfelten Pflanzen und daß sie eine stärkere Turgeszenz aufweisen, wahrscheinlich unter dem Einfluß des besseren Wurzelsystemes.

Aus all diesem geht hervor, daß das Entgipfeln physiologisch entschieden einen Verjüngungsprozeß vorstellt, welcher die Entwickelung der Blätter verlängert und das Reifen verzögert. Daher sollte das Belassen der Blütenstände beschleunigend auf das Reifen der Blätter einwirken. Wie unsere eigenen Versuche beweisen werden, ist dieser Einfluß und Unterschied in einem abnormal feuchten Jahre nicht so ausgeprägt, da bisher der veränderte Bau und das vergrößerte Gewicht des Stengels bei entgipfelten Pflanzen nicht beachtet wurde und die große Verspätung der Samenreife in einem feuchten Jahre unberücksichtigt blieb.

## Versuche in Brünn

Der Versuch wurde im Jahre 1940 auf dem Versuchsfelde der Anstalt für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der landwirtschaftlichen Hochschule durchgeführt.

Die Höhenlage beträgt 215 m ü. d. M. und der Bodentyp kann als Humuskarbonatboden auf Tertiärtegel charakterisiert werden. Die Ackerkrume ist ein schwarzgrauer Tonboden, mäßig karbonathältig und die Untergrundschichte besteht aus grünlichen Tertiärtegel ($CaCO_3$ 22 %) alkalischer Reaktion (pH 8—8,5). Die Lage ist ziemlich windig. Die durchschnittliche Jahrestemperatur der Jahre 1923—1937 betrug 8,7 ° C, die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge belief sich auf 544 mm. Das Wetter war im Jahre 1940 in der Vegetationsperiode kühl und feucht und die Auspflanzung der Setzlinge verzögerte sich um etwa 10 Tage. Die häufigen Regenfälle des Sommers verringerten die Sonnenscheindauer. Die Niederschläge betrugen in der Vegetationszeit vom 1. Mai bis 30. September 1940 323 mm, d. i. 103 % der normalen Menge. Auch die Temperatur war niedriger als normalerweise.

Der Samen wurde am 26. März in Schabschitz in ein Mistbeet ausgesät und die sehr gut entwickelten Setzlinge wurden auf das Feld der Anstalt überführt und am 22. Mai, d. i. 57 Tage nach der Aussaat, ausgepflanzt. Die Reihenentfernung betrug bei der Theißersorte 70 × 50 cm, bei dem Andreas- und Gartentabak 60 × 40 cm; die Pflanzen wurden auf Versuchsparzellen von 18 $m^2$ (2 × 9 $m^2$) für jede Sorte ausgepflanzt. Im Herbst wurde mit einer mittleren Menge Stalldünger (200 q je Hektar) gedüngt und im Frühjahr wurden am 10. April 125 kg Superphosphat, am 3. Mai 162 kg Kalisulphat, am 22. Mai vor der Auspflanzung 75 kg Kalksalpeter und am 6. Juni bei der Behackung weitere 75 kg Kalksalpeter je Hektar zugedüngt. Nach der Auspflanzung des Tabaks beschleunigte das warme Wetter im Mai und Juni die Entwickelung. Am 30. Juni wurde der Tabak durch Hagelschlag und am 26. Juli durch einen Sturmwind beschädigt. Die ersten Blütenstände mit überwiegend entwickelten Blüten erschienen bei einigen Gartentabakpflanzen am 25. Juli, bei dem Andreas- und Theißertabak um einen Tag später (26. Juli). Am 2. August waren bei allen Pflanzen des Gartentabaks die Blüten aufgeblüht und mehr als die Hälfte bei den Theißer- und Andreastabaksorten.

Das Entgipfeln der Blütenstände (Köpfen) und die Verkürzung der Stengel wurde erst am 16. August durchgeführt, da vorher das Wetter regnerisch war. Der Schnitt wurde also in voller Blüte und hoch vorgenommen. Die Entgipfelung wurde also

in einer Zeit vorgenommen, als schon fast alle Pflanzen (90—95 %) am Hauptblütenstand größtenteils voll entwickelte Blüten aufwiesen und als schon sechs Tage vorher (10. August) die untersten Sandblätter geerntet waren, da ihre Spitzen infolge des Regens überreif waren.

Zwei Wochen nach dem Entgipfeln der Blütenstände (31. August) wurden die Mutterblätter geerntet, und zwar gesondert bei den mit Blüten belassenen und entgipfelten Pflanzen und am 13. September wurden die obersten Blätter gesammelt.

Der Versuch wurde mit drei in Mähren angebauten Sorten durchgeführt, und zwar: Theißer Nr. 10 el. 78/38, Andreas Nr. 4 el. 14/38 und Gartentabak Nr. 63 h. v., alles von Dr. Váša gezüchtete Sorten. Das Belassen des Blütenstandes bei großblätterigen Tabaksorten, gepflanzt auf schweren mit Stalldünger gedüngten Böden, in einem feuchten Jahre, äußerte sich im Vergleich mit Pflanzen, die in voller Blüte entgipfelt wurden und bei denen die unteren Sandblätter noch vor dem Entgipfeln abgeerntet wurden, folgendermaßen:

Unter dem Einfluß des Entgipfelns der Blütenstände hat sich ganz deutlich das Gewicht der Stengel vergrößert. Das Gewicht eines frischen Stengels (ohne Blütenstand) nach dem Abernten aller Blätter ist von den Parzellen mit abgezwickten Blütenständen durchschnittlich um 19,12 % (3,4—28,86 %) größer.

Tabelle 1

| Tabaksorte | Parzelle mit entgipfelten Blütenständen | | Parzelle mit nicht entgipfelten Blütenständen | | Höheres Gewicht |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gewicht des frischen Stengels g | Höhe in cm | Gewicht des frischen Stengels g | Höhe in cm | % |
| Theißer . . . . . | 556,72 | 122,4 | 538,43 | 137,0 | 3,40 |
| Andreas . . . . | 514.10 | 128,5 | 410,91 | 152,7 | 25.11 |
| Garten . . . . . | 603.06 | 172.7 | 468,0 | 193,3 | 28.86 |
| Durchschnitt | — | — | — | — | 19,12 |

Die Zahl der abgeernteten entwickelten Blätter schwankte zwischen 10—15 auf eine Pflanze.

Dieser Unterschied ist um so auffallender, da die Höhe der Pflanzen bei ihrer Ernte, gemessen von der Wurzel bis zum Beginn des Blütenstandes, bei den Pflanzen mit nicht entgipfelten Blütenständen eher noch um etwas größer war (+ 4 cm bei Theißertabak, + 6 cm bei Andreastabak, — 4 cm bei Gartentabak).

Der Nährstoffstrom äußert sich also nach dem Entgipfeln der Blütenstände nicht nur in einer größeren Blattentwickelung, sondern auch in der Stengelentwickelung (Dickenwachstum).

Dadurch läßt sich vielleicht auch erklären, daß bei den entgipfelten Pflanzen die Blätter fast zu gleicher Zeit ausreiften, wie bei den nicht entgipfelten Pflanzen.

Im Ertrag der Blätter, ausgedrückt durch die Gesamternte der Blätter, kann demnach eine kleine Erhöhung bei den entgipfelten Pflanzen festgestellt werden, und zwar um 2,65 % (0,3—4,23 %) in der Frischsubstanz und 5,48 % (3,31—9,47 %) in der Trockensubstanz. Am deutlichsten reagierte der Theißertabak.

Im Ausreifen der Blätter war zwischen den beiden Gruppen kein merkbarer Unterschied. Es scheint als ob sich in feuchten Jahren auch das Ausreifen der Samen verzögern würde und daher äußert sich auch nicht das Reifen der ganzen Pflanze in einem schnelleren Reifen der Blätter. Daher hat sich gegen unsere Erwartung eine schnellere Reifung nicht eingestellt.

Tabelle 2

| Tabaksorte | | Gewicht der frischen Blätter in q je ha | % | Gewicht der trockenen Blätter in q je ha | % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Theißer | entgipfelt . . . .<br>mit Blüten . . . . | 115,8<br>111,1 | + 4,23 | 18,5<br>16,9 | + 9,47 |
| 2. Andreas | entgipfelt . . . .<br>mit Blüten . . . . | 150,6<br>145,6 | + 3,43 | 22,7<br>21,9 | + 3,65 |
| 3. Garten | entgipfelt . . . .<br>mit Blüten . . . . | 134,2<br>133,8 | + 0,30 | 15,6<br>15,1 | + 3,31 |
| | Durchschnitt | — | + 2,65 | — | + 5,48 |

Der bedeutendste Unterschied dieses Jahres besteht darin, daß die Pflanzen mit der Blüte viel stärker von Regen, Wind und Hagel beschädigt wurden. Blüten (Blütenkronen), die nach dem Abblühen abfallen, bleiben an den Blättern kleben und bei Regenwetter wird das Blatt unter und um die angeklebte Blüte herum beschädigt (es fault aus) und entwertet. In diesem Jahre war die Anzahl der beschädigten Blätter groß (siehe Abb. 1). Außerdem werden die Blätter von Wind und Hagel mehr beschädigt, da sich die Pflanzen mit belassenen Blütenständen mehr erschüttern und schließlich weicht infolge starker Regen der Boden auf und der Wind drückt die nicht entgipfelten Pflanzen mehr zu Boden oder entwurzelt sie sogar.

Abb. 1. Tabakblatt durchlöchert durch abgefallene angeklebte Blüte (schematisch). Dr. Chmelař

## Versuch in Schabschitz

Der Versuch wurde mit denselben drei Tabaksorten wie in Brünn durchgeführt. Auch die Herkunft der Setzlinge und die Entfernung bei der Auspflanzung waren gleich. Die Parzellen waren aber größer (100 m² + 8 reserv. Streifen). Die Setzlinge wurden auch früher ausgepflanzt, und zwar am 16. Mai, d. i. 49 Tage nach der Aussaat in das Mistbeet (26. März).

Die Höhenlage der Versuchsstelle ist 185 m ü. d. M., ist südlich von Brünn, etwa 20 km entfernt und viel wärmer als Brünn. Der fünfzigjährige Jahreswärmedurchschnitt beträgt 8,5 ° C. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge im Jahre 1940 betrug 540 mm. Der

Bodentyp auf dem Schlag „Unkovská" ist ein schwarzerdeartiger Boden auf Diluvialsand. Die Ackerkrume ist eine graubraune sandiglehmige Erdart, deren erste Untergrundschichte aus dunkelbraungrauem, leichteren, kompakten Lehm besteht und deren zweite Untergrundschichte gelber Diluvialsand bildet. Die Bodenreaktion ist neutral (pH 7,2—7,5).

Das Grundstück wurde im Herbst mittelstark mit Stallmist gedüngt (300 q/ha) und im Frühjahr am 12. April wurde Superphosphat (2 q) und Kalisulphat (2 q) gestreut.

Die Witterungsverhältnisse waren fast dieselben wie in Brünn und die Blätter wurden besonders bei der Gruppe b (nicht entgipfelte Pflanzen) stark und den Hagel beschädigt. Der Blütebeginn trat am 12. bis 21. Juli ein und in voller Blüte waren die Pflanzen am 1. bis 3. August. Bei zwei Gruppen wurden die Blüten am 2. und 3. August abgezwickt, bei einer Gruppe wurden sie nicht entfernt. Zur Zeit der Entgipfelung waren die Blüten schon größtenteils entwickelt, die Pflanzen waren also in voller Blüte. Das Entgipfeln wurde demnach in voller Blüte und hoch vorgenommen. Das Abernten der Sandblätter wurde am 5. bis 6. August, der mittleren am 16., 17., 28., 29., 30. August und am 9. September und der obersten Bläter am 12. bis 13. September, am 16., 19. und 25. September vorgenommen.

Nach dem Äußeren der Pflanzen konnte auch in diesem Falle nicht festgestellt werden, ob das Belassen der Blütenstände das Reifen der Blätter beschleunigt oder verbessert.

Der Ertrag der frischen Blätter betrug:

Tabelle 3

| Tabaksorte | Parzellen mit Blütenständen | Parzellen ohne Blütenstände | Unterschied zwischen entgipfelten und nicht entgipfelten Pflanzen | |
|---|---|---|---|---|
| | nicht entgipfelt q/ha | entgipfelt q/ha | q/ha | % |
| 1. Theißer Nr. 10 el. 78/38 . . | 141,49 | 167.33 | 25.84 | 18,26 |
| 2. Andreas Nr. 4 el. 14/38. . . | 154,92 | 161,31 | 6,39 | 4,12 |
| 3. Garten Nr. 63 h v. . . . . | 163,17 | 166,45 | 3.28 | 2,01 |
| Durchschnitt | — | — | — | 8,13 |

Der Blätterertrag nach deren Frischgewicht beurteilt war auf Parzellen mit entgipfelten, d. i. der Blütenstände entledigten Pflanzen um 8,13 % (2,01—18,26 % größer im Vergleich mit nicht entgipfelten Pflanzen. Am deutlichsten reagierte, übereinstimmend mit dem Versuch in Brünn, die Theißertabaksorte.

Das Beschleunigen des Ausreifens üppiger Pflanzen durch Anschneiden der Stengel.

Da an einigen Stellen, die aus dem Versuch ausgeschlossen wurden, die Pflanzen infolge starker Düngung zu üppig wuchsen, wurde der Versuch gemacht, durch leichtes Anschneiden der Stengel tief bei dem Boden, oder über den einzelnen Blättern, und zwar einige Tage vor der Ernte der unteren (Sandblätter), der mittleren und obersten Blätter, das Reifen zu beschleunigen. Das Anschneiden hatte ein leichtes Abwelken zur Folge, wodurch teilweise ein besseres Ausreifen der üppigen Blätter erzielt wurde.

Der Ertrag trockener Blätter betrug:

Tabelle 4

| Tabaksorte | Parzellen mit Blütenständen | | | Parzellen ohne Blütenstände | | | Höheres Gewicht in |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gewicht von 108 m² | Gewicht von 1 ha | Anzahl der Blätter von 108 m² | Gewicht von 108 m² | Gewicht von 1 ha | Anzahl der Blätter von 108 m² | |
| | kg | q | | kg | q | | % |
| Theißer . . | 15,488 | 14,3 | 3619 | 16,824 | 15,6 | 3266 | 8,62 |
| Andreas . . | 18,762 | 17,4 | 4543 | 24,765 | 22,9 | 5857 | 3,20 |
| Garten . . | 16,384 | 15,2 | 3597 | 17,596 | 16,3 | 4283 | 7,40 |
| Durchschnitt | — | — | — | — | — | — | 6,41 |

Der Ertrag an trockenen Blättern ist um 6,41 % (3,2—8,62 %) höher und am meisten reagierte der Theißertabak.

Tabelle 5

| Tabaksorte | Parzellen mit Blütenständen | | | | | Parzellen ohne Blütenstände | | | Unterschied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Die Höhe des Stengels mit der Blüte in cm | Anzahl der Blätter | Gewicht des Stengels mit Blüte g | Gewicht des Blütenstandes g | Gewicht des Stengels ohne Blütenstand g | Höhe des Stengels in cm | Anzahl der Blätter | Gewicht des Stengels g | % |
| Theißer . | 165,4 | 15 | 873,0 | 104,5 | 768,5 | 111,6 | 14 | 832.0 | + 8,26 |
| Andreas . | 161.8 | 14 | 688,5 | 80,5 | 608,0 | 125,5 | 15 | 745,0 | +22,53 |
| Garten | 194,3 | 17 | 795.5 | 89 5 | 706,0 | 117.9 | 15 | 718,0 | + 1.70 |
| Durchschnitt | — | — | — | — | — | — | — | — | +10,83 |

Es sind demnach die Stengel (Durchschnitt von 10 Pflanzen), von den Parzellen mit abgezwickten Blütenständen stammend durchschnittlich um 10,83 % schwerer, bei dem Theißertabak um 8,26 %, bei dem Andreastabak um 22,53 %, bei dem Gartentabak dagegen nur um 1,7 % schwerer.

Die Gesamternte der Stengel von den Parzellen, gewogen mit einem Teile der Wurzeln (ohne Blütenstand) betrug:

Tabelle 6

| Tabaksorte | Parzellen mit Blütenständen | | Parzellen ohne Blütenstände | | Unterschied |
|---|---|---|---|---|---|
| | von 108 m²/kg | von 1 ha/q | von 108 m²/kg | von 1 ha/q | % |
| Theißer . . . . . | 186 | 172,2 | 227 | 210,1 | 22,04 |
| Andreas . . . . . | 238 | 220,4 | 303 | 280,6 | 27,31 |
| Garten . . . . . . | 219 | 202,8 | 300 | 277.8 | 36,99 |
| Durchschnitt | — | — | — | — | 28,78 |

Es ist also genau so wie im Versuch von Brünn das Gewicht der Stengel bei jenen Parzellen größer, wo die Blütenstände abgezwickt wurden.

Aus den Versuchen ist ersichtlich, daß das Belassen der Blütenstände das Reifen nicht beschleunigt und daß die Blattbildung (dem Ertrag nach) sowie auch das Gewicht der Stengel ohne Blütenstand, bei den nicht entgipfelten Pflanzen auffallend kleiner war. Da die Blätter der Gruppe der nicht entgipfelten Pflanzen stark durch die abfallenden Blüten und

durch den Wind beschädigt werden, ist es besser die Blütenstände auch auf schweren Böden und bei großblätterigen Tabaksorten abzuzwicken.

## Zusammenfassung

In dem sehr feuchten und kalten Jahre 1940 hatte das Belassen der Blütenstände bei großblätterigen Pfeifen- und Zigarrentabaksorten (Theißer Nr. 10 und Andreas Nr. 4) und bei der mittelgroßblätterigen Zigarettentabaksorte (Gartentabak Nr. 63), die an zwei Stellen (Brünn 215 m, Schabschitz 185 m ü. d. M.) auf schwereren, mit mittlerer Stalldüngergabe gedüngten Böden, ausgepflanzt wurden, keine Beschleunigung des verspäteten Reifens der Blätter zur Folge, im Vergleich mit jenen Pflanzen, bei denen die Blütenstände in voller Blüte und hoch abgezwickt (geköpft) wurden.

Um das Reifen der üppigen Blätter, die lange grün blieben, zu beschleunigen, hat sich als Notbehelf das leichte Anschneiden der Stengel unten oder über jedem der entwickelten Blätter, einige Tage vor der Ernte, bewährt.

In einem feuchten Jahr ist es jedoch unvorteilhaft, die Blütenstände zu belassen. Es werden dadurch große Schäden an den Tabakblättern verursacht. Die Beschädigung entsteht hauptsächlich dadurch, daß sich die abfallenden Blütenkronen an die Blätter ankleben und Regen verursacht ein Durchlöchern der Tabakblätter rund um diese Stellen. Weiters werden auch die Blätter stärker durch Wind und Hagel beschädigt, da Pflanzen mit Blütenständen höher und daher auch mehr dem Winde ausgesetzt sind. Solche Pflanzen beugen sich oder werden sogar entwurzelt.

Die nicht entgipfelten Pflanzen wiesen außerdem einen geringeren Ertrag an Blattmasse auf als die entgipfelten (in Brünn um 5,48 %, in Schabschitz um 6,41 %) bei getrockneten Blättern. Entgipfelte Pflanzen entwickeln einen mächtigeren Stengel (in Brünn um 19,12 %, in Schabschitz um 28,78 %) und größere, schwerere Blätter und benötigen daher eine stärkere Zufuhr von Nährstoffen, ähnlich derjenigen, welche nicht entgipfelte Pflanzen zur Blüten- und Samenbildung benötigen. Am deutlichsten reagiert, durch Vergrößerung des Stengelgewichtes und Erhöhung des Blattertrages, auf das Abzwicken des Blütenstandes die Theißersorte Nr. 10. Da in kalten und regenreichen Jahren auch das Reifen der Samen verspätet wird, ist der Einfluß des Reifens der Blütenstände auf die Beschleunigung des Reifens der Blätter nicht so ausschlaggebend.

Es kann daher auch auf schweren Böden und in feuchten Jahren nicht empfohlen werden, bei großblätterigen Tabaksorten den Blütenstand unabgezwickt zu lassen. Besser wäre es, solche Tabaksorten zu züchten, bei denen auch in ungünstigen Jahren die Blätter gut ausreifen und welche sich bei der Vergilbung und Trocknung gut verfärben.

Bei der Durchführung der Versuche waren die Assistentin der Anstalt Ing. G. Kur in Brünn und der Assistent Ing. F. Toman auf dem Versuchsgute in Schabschitz beteiligt.

# Das Werden der Pflanzenzüchtung in der Ostmark

Von

**Markus Brandl,** Wien

Im deutschen Gebiete der ehemaligen österr.-ungarischen Monarchie war die Landwirtschaft von untergeordneter Bedeutung. Die Versorgung der großen Verbraucherorte mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen wurde damals von den ausgedehnten Großbetrieben Böhmens, Mährens, Galiziens und Ungarns getragen. Die Landwirtschaft der Ostmark deckte bloß den lokalen Bedarf; schon damals bekamen die Betriebe in den verschiedenen Erzeugergebieten die Ungleichheit der Produktionsbedingungen recht unangenehm zu verspüren. Während der Großbetrieb ganz richtig erkannte, dieser Konkurrenz nur durch eine entsprechende Erzeugungssteigerung begegnen zu können, verlegte sich der Mittel- und Kleinbetrieb zur Erreichung des gleichen Zieles darauf, auf der Ausgabenseite Einsparungen durch Senkung des Lebensstandardes vorzunehmen. Der Landwirtschaft der Ostmark standen zur Erzeugungssteigerung bzw. zur Senkung der Produktionskosten immerhin nicht unbeträchtliche Möglichkeiten offen. So bürgerte sich allmählich zu Ende des vergangenen Jahrhunderts eine Umstellung in der Felderbewirtschaftung ein. Die bis zu dieser Zeit selbst in Großbetrieben noch häufig geübte Brache wurde aufgelassen, an ihre Stelle trat ein vermehrter Hackfruchtbau. Auch die Anwendung der Handelsdüngemittel bürgerte sich allmählich, wenn auch in bescheidenen Grenzen, ein.

Das wichtigste Produktionsmittel aber fehlte damals im Gebiete der heutigen Ostmark zur Gänze, nämlich: „Hochwertiges Saatgut." In der Ostmark, wie überhaupt in der ganzen österr.-ungarischen Monarchie war um 1890 noch nicht ein Betrieb vorhanden, der sich mit der Erzeugung hochwertigen Saatgutes befaßt hätte. Versuche, Zuchtsaatgut aus den Saatgutwirtschaften des Altreiches hier anzubauen, brachten nicht immer die erwünschten Erfolge, da dieses Saatgut doch nicht den geänderten klimatischen Verhältnissen angepaßt war.

In diese Zeit fallen die ersten Anfänge einer pflanzenzüchterischen Tätigkeit im Gebiete der heutigen Ostmark. Mit Unterstützung Prof. Freudls und Ing. Pammers versuchte sich damals der Güterdirektor der Gräflich Piattischen Gutsverwaltung in Loosdorf bei Mistelbach mit der Erzeugung von Zuchtsaatgut. Dieser Betrieb hat bis zum Weltkriegsbeginn eine große Bedeutung erlangt. Er blieb aber als Saatguterzeugerbetrieb nicht allein, sondern um die Jahrhundertwende begann auch unser Jubilar Herr Prof. Dr. h. c. Dr. Erich von Tschermak-Seysenegg alsbald die von ihm wieder entdeckten Mendelschen Vererbungsgesetze in den Dienst der praktischen Landwirtschaft zu stellen. Seine Neuzüchtungen, die sich zum Großteil auf Kreuzungen zurückführten,

wurden auf einigen wenigen Betrieben der Ostmark angebaut. Das auf diesen Betrieben erzeugte Saatgut fand reichlichen Absatz bei den übrigen Großbetrieben. Wenn auch der von den Großbetrieben erzeugte Nachbau zum Teil seinen Weg in mittel- und kleinbäuerliche Betriebe nahm, so konnte man zu dieser Zeit von einem regelmäßigen Saatgutwechsel noch nicht sprechen.

Immerhin waren die Ansätze für eine Saatguterzeugung vorhanden und diese Ansätze kamen den von geschulten Kräften geleiteten Betrieben zugute. So waren vor dem Weltkrieg die Sorten Prof. Tschermaks, wie auch die Züchtungen der Saatzuchtwirtschaft Loosdorf und Ing. Pammers nicht nur im Gebiete der Ostmark, sondern auch in den Gebieten Böhmens und Mährens schon bereits bekannt. Allerdings fehlte damals ein exaktes Versuchswesen und auch die notwendige Förderung durch die zuständigen Stellen.

Der Weltkrieg mit seinen Folgen brachte auch der Pflanzenzüchtung in der Ostmark einen empfindlichen Rückschlag. Die Betriebe, welche bisher Saatgut erzeugt haben, hatten diese Tätigkeit schon während des Krieges aus Mangel an Arbeitskräften aufgegeben, so daß nach dem Weltkrieg die Züchter der Ostmark von vorne beginnen mußten. Sie taten dies mit größtem Eifer. Insbesondere gelang es unserem Jubilar, eine große Zahl von Getreidesorten, die jede ihre Vorteile hatte, zu züchten und sie der praktischen Landwirtschaft zur Verfügung zu stellen. Es seien in diesem Zusammenhang nur die Sorten unseres Jubilars herausgegriffen, die durch Jahre hindurch einen ziemlich verbreiteten Anbau hatten und auch heute noch haben. So erfreuen sich die Sorten:

Tschermaks zweizeilige Wintergerste,
Hanna Kargyn Sommergerste,
Tschermaks veredelter Marchfelder Roggen,
Tschermarks veredelter Marchfelder Winterweizen und
Tschermaks Sommerweizen

regster Nachfrage.

Aber gerade nach dem Weltkrieg hat Prof. Tschermak noch weitere Sorten der Landwirtschaft zur Verfügung gestellt und damit den Grundstein gelegt, daß sich die Landwirtschaft der Ostmark überhaupt mit der Sortenfrage zu befassen begann. Denn damals hatte die Landwirtschaft der Ostmark eine sortenmäßige Unterscheidung im Saatgut fast nicht gekannt. Die von Prof. Tschermak im Verein mit Prof. Fruwirth ins Leben gerufene österreichische Gesellschaft für Pflanzenzüchtung brachte ebenfalls für die praktische Landwirtschaft viele Vorteile. In dem von ihr geschaffenen Zuchtbuch mußten die Sorten, welche Anspruch auf Originalität erheben wollten, eingetragen sein. Prof. Tschermak hat alsbald nach dem Weltkriege wiederum genügend Betriebe gefunden, die seine Züchtungen vermehrten und somit die Erzeugung von Zuchtsaatgut beträchtlich steigerten.

Wenn die Getreideerträge in den ersten 10 Jahren nach dem Weltkrieg in der Ostmark um 40—60 % gesteigert werden konnten, so war die Züchtung bzw. die Erzeugung hochwertigen Saatgutes, an der Prof. Tschermak einen beträchtlichen Anteil hatte, die grundlegende Voraussetzung hierfür.

Der gesunde Wettstreit, der damals unter den wenigen Züchtern der Ostmark bestand, ließ immer wieder neue Sorten auf den Plan kommen. So seien neben den von Prof. Tschermaks bereits angeführten Sorten noch weiter erwähnt, wie der „Weiße“- und „Braune-Morawia“-Winter-

weizen, der besonders in Mähren viel gebaut wurde. Ebenso hat auch der „Non plus ultra“ und der „Hochschulwinterweizen“ durch lange Jahre eine große Verbreitung gefunden. Neben der Tschermaks „Hanna Kargyn“ war auch die „Hanna Hannchen“ und die Tschermaks Hafersorten ziemlich verbreitet; welches Ansehen die Tschermaks Züchtungen besitzen, mag daraus hervorgehen, daß anläßlich einer Braugerstenweltausstellung im Jahre 1926 die Tschermaks „Hanna Kargyn“-Sommergerste den Weltsiegerpreis errang. Im Zuge der Sortenvereinheitlichung sind wohl auch Tschermaks Züchtungen zum Teil zurückgezogen, zum Teil aufgelassen worden. Immerhin finden wir nach Feststellungen des AL. Ing. Kusatz der Lbsch. Donauland heute

7 % der jeweiligen Gesamtroggenfläche mit Tschermaks veredelten Marchfelder Roggen,
2 % der Winterweizenfläche mit Marchfelder Winterweizen,
17 % der Sommerweizenfläche mit Tschermaks Sommerweizen,
33 % der Wintergerstenfläche mit Tschermaks Wintergerste,
14 % der Sommergerstenfläche mit Tschermaks Sommergerste bebaut.

Wenn man bedenkt, daß auf einer nicht unbeträchtlichen Fläche auch heute noch aufgelassene Tschermaks Sorten angebaut sind, so mag daraus allein ersehen werden, welche Dienste Prof. Tschermak dem ostmärkischen Getreidebau geleistet hat. Unser Jubilar begnügte sich aber nicht damit, gute Getreidesorten zu schaffen, seine Tätigkeit erfaßte auch alle übrigen Kulturpflanzen. Insbesondere waren es die Hülsenfrüchte, wie Erbsen und Bohnen, auf welchem Gebiete Prof. Tschermak ebenfalls erfolgreich tätig war. Gelang es ihm doch auch, eine rankenlose Erbse zu züchten und damit einen Traum der praktischen Landwirtschaft verwirklichen zu helfen. Auch verschiedene andere Gemüsepflanzen hat Prof. Tschermak züchterisch bearbeitet und schließlich wurden auch zahlreiche Blumenarten in seine züchterische Arbeit miteinbezogen. Es würde zu weit führen, im Rahmen dieser Abhandlung die vielen Arbeiten Prof. Tschermaks aufzuzählen.

An dem Werden der Pflanzenzüchtung in der Ostmark hat Prof. Tschermak wohl den größten Anteil, ihm verdankt die Landwirtschaft eine Reihe hochwertiger Sorten, die wesentlich zur Ertragssteigerung beigetragen haben. Auch die erreichten oder erzielten Qualitätsverbesserungen in Braugersten- und Weizenbau sind zum großen Teil auf die Pionierarbeit Prof. Tschermaks zurückzuführen.

Das Werden der Pflanzenzüchtung in der Ostmark ist somit an drei Namen gebunden, und zwar:

Prof. Tschermak, weiland Dir. Schreyvogel und weiland Hofrat Pammer.

Heute sorgen die Schüler dieser drei Pioniere für die Erhaltung der ostmärkischen Pflanzenzüchtung und weiteren Entwicklung derselben im Dienste der Nahrungsfreiheit des deutschen Volkes.

# Neue Grundlagen für die Pflanzenzüchtung und das Sortenwesen im Protektorat Böhmen und Mähren

Von

**Ottokar Heinisch**, Brünn

(Mit 4 Abbildungen)

Die natürlichen Entwicklungsbedingungen und die soziologische Struktur Altösterreichs brachten es mit sich, daß der böhmisch-mährische Raum in der Landwirtschaft führend war. Weitausgedehnte fruchtbare Gebiete und eine arbeitsame Bevölkerung mit Interesse und Liebe für die Landwirtschaft boten stets die besten Voraussetzungen für den landwirtschaftlichen Fortschritt.

So ist es nicht zu verwundern, daß auch die ersten pflanzenzüchterischen Arbeiten in der seinerzeitigen österreich-ungarischen Monarchie im böhmisch-mährischen Raum vorgenommen wurden. In verschiedenen Zuckerfabrikwirtschaften wurde an der Veredlung der Zuckerrübe gearbeitet, ohne daß es allerdings zu einer systematischen Züchtung gekommen wäre. Mit der planmäßigen Zuckerrübenzüchtung wurde erst 1885 von J. Zapotil begonnen. 1870 begann A. Bahlsen mit der züchterischen Bearbeitung der Kohlrübe. Seine Kohlrübenzüchtung befindet sich noch heute in der Liste der zugelassenen Sorten.

Die ersten großen Erfolge wurden aber erst von E. v. Proskowetz auf dem Gebiete der Gerstenzüchtung erzielt. Als um die Mitte des vorigen Jahrhunderts die westeuropäischen Kulturpflanzensorten, besonders die Chevalliergerste in großen Mengen nach Österreich importiert wurden, war E. v. Proskowetz der erste, der auf die Unrichtigkeit dieser Maßnahme hinwies. Um für unsere Rübengebiete mit vorwiegend kontinentalem Klimacharakter eine geeignete Gerstensorte zu schaffen, nahm er verschiedene Typen heimischer Landsorten in züchterische Bearbeitung, deren Frucht die Proskowetz-Hanna-Pedigree-Gerste war, die in Ertrag und Qualität bald alle anderen Gerstensorten Altösterreichs schlug und nicht nur in einem Großteil Europas, sondern auch in überseeischen Ländern weite Verbreitung fand. Durch züchterische Bearbeitung von Landsorten schlug E. v. Proskowetz damals einen Weg ein, der von seinen Zeitgenossen als vollkommen abwegig bezeichnet wurde. Infolge seines durchschlagenden Erfolges aber wurde die Aufmerksamkeit auf das in den Landsorten vorhandene Reservoir an züchterischen Werteigenschaften gelenkt. Gemeinsam mit F. Schindler hat E. v. Proskowetz in der Folgezeit grundlegende Richtlinien für die züchterische Verwertung der Landsorten festgelegt.

Die Erfolge E. v. Proskowetz in der Züchtung der Hanna-Gerste brachten nicht nur als unmittelbare Erfolge für die praktische Wirtschaftsführung der Landwirtschaft vieler Länder wertvolles Saatgut einer wasser-

ökonomischen Sorte von großer ökologischer Streubreite, sondern sie wirkten auch ideenmäßig befruchtend, da sie das Interesse an der Pflanzenzüchtung in weiten Kreisen der Landwirtschaft förderten und den Gedanken der Möglichkeit einer wesentlichen Ertragssteigerung des Pflanzenbaus durch züchterische Arbeiten erstmalig in Altösterreich popularisierten.

Trotzdem ist es aber bis zur Jahrhundertwende im böhmisch-mährischen Raum zu weiteren züchterischen Neuschöpfungen von wesentlicher Bedeutung nicht gekommen.

Ein vollständiger Umschwung wurde erst durch die Wiederentdeckung der Mendelschen Vererbungsregeln durch v. Tschermak, de Vries und Correns im Jahre 1900 hervorgerufen. v. Tschermak gebührt das unumstrittene Verdienst, als Erster die den Mendelschen Regeln entsprießenden Erkenntnisse der praktischen Landwirtschaft nutzbar gemacht zu haben. Auf seine Initiative ist die Gründung mehrerer Pflanzenzuchtstationen zurückzuführen, von denen der Großteil in den Ländern Böhmen und Mähren lag. Diese Zuchtbetriebe waren vorwiegend an Zuckerfabrikswirtschaften angegliedert. Außerdem befaßte sich v. Tschermak mit der züchterischen Beratung einiger bereits bestehender Saatzuchtwirtschaften, so daß sein Einfluß in den meisten führenden Saatzuchtbetrieben in Böhmen und Mähren zur Geltung kam.

Von den Saatzuchtstationen des böhmisch-mährischen Raums an denen v. Tschermak arbeitete, seien folgende genannt: Kwassitz, Steinitz, Wischau, Ungarisch-Brod, Sborowitz, Litol und Jettenitz.

In diesen Zuchtstellen befaßte sich v. Tschermak vorwiegend mit der Züchtung von Weizen, Gerste, Roggen und Hülsenfrüchten. Zahlreiche Sorten sind aus seiner züchterischen Arbeit hervorgegangen und die Landwirtschaft Böhmens und Mährens hat seiner Tätigkeit große Ertragssteigerungen, besonders im Getreidebau zu verdanken. Von seinen Sorten, die für Böhmen und Mähren besonders wichtig wurden, seien besonders der weißährige Moravia-Winterweizen, der Sborowitzer Kolbenweizen, der Winterweizen Non plus ultra und der russisch-genealogische Winterweizen, ferner die Sommergerste Hanna × Kargyn genannt.

Auf die Entwicklung der Pflanzenzüchtung in Böhmen und Mähren hat ferner besonders C. Fruwirth entscheidenden und nachhaltigen Einfluß genommen. Seine Tätigkeit erstreckte sich aber weniger auf die Schaffung neuer Sorten, sondern er stand den Zuchtstationen mit seinen umfassenden Kenntnissen beratend zur Seite.

Von den erfolgreichen Züchtern Böhmens und Mährens wären ferner noch v. Dreger, Nolč, v. Seidl und Kneifel zu nennen. Kneifel ist der Züchter der nach ihm benannten kurz- und vollkörnigen Gerste, die sich in den ersten Jahren als Braugerste vorerst nicht durchsetzen konnte, da sie von den Brauereien und Mälzereien als Rohstoff für Braumalz abgelehnt wurde. In den Jahren des Weltkrieges haben diese Betriebe jedoch Erfahrungen mit der Verarbeitung dieser Gerstensorte, die infolge des Rohstoffmangels gerne genommen wurde, gewonnen und durch züchterische Bearbeitung wurde auch der Brauwert dieser Gerste verbessert. Sie hat daher in den beiden letzten Jahrzehnten sehr an Verbreitung gewonnen.

A. v. Dreger gehört zu den erfolgreichsten Züchtern Böhmens. Seine intensive Züchtertätigkeit erstreckte sich vorwiegend auf Getreidearten, ferner auf Futterpflanzen und Hülsenfrüchte. v. Dregers Weizensorten haben im böhmisch-mährischen Raum die größte Verbreitung ge-

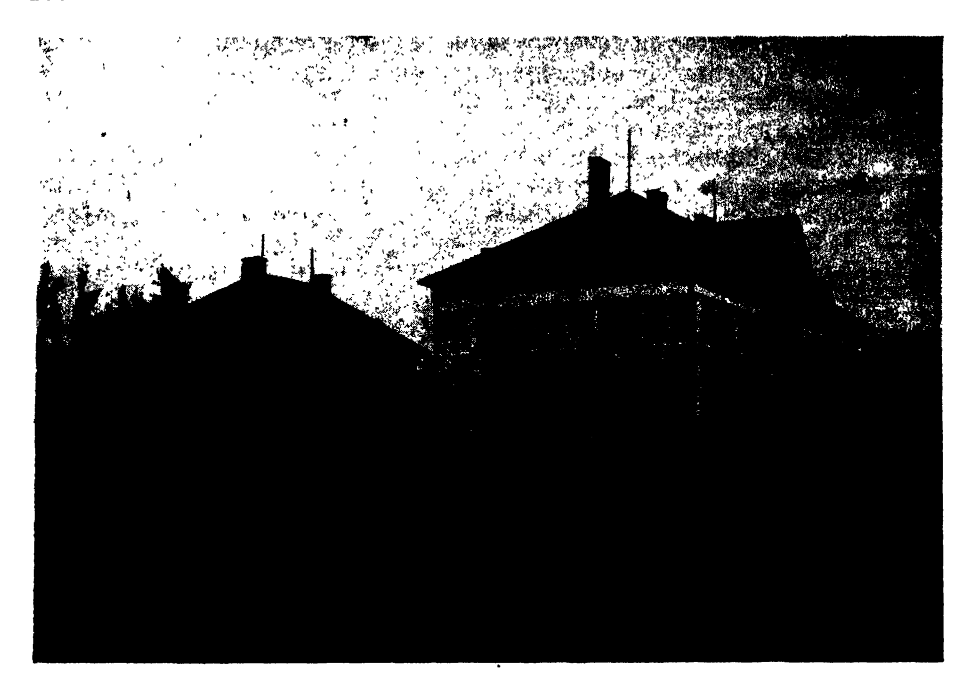


Abb. 1. Saatzuchtstation Stupitz der Selecta

funden. Auch in der Züchtung von Roggen, Hafer und Gerste wurden wertvolle Sorten erzielt. v. Dreger hat sich ferner auch mit der früher wirtschaftlich sehr undankbaren Aufgabe der Rotkleezüchtung befaßt.

In der Zuckerrübenzüchtung sind besonders die Züchter v. Bartoš und J. Zapotil, J. Wohanka und A. Briem hervorgetreten.

Von den auf genossenschaftlicher Basis aufgebauten Unternehmungen ist besonders der Zuchtbetrieb SELECTA hervorzuheben, der eine glückliche Lösung der schwierigen Aufgabe fand, die weitverbreiteten tschechischen landwirtschaftlichen Genossenschaften mit geeigneten Sorten der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzenarten zu versorgen.

An der Kartoffelzüchtung haben besonders die Genossenschaft der Kartoffelzüchter SATIVA, die im besten Kartoffelproduktionsgebiet des böhmisch-mährischen Höhenzuges gelegen ist, sowie die der Spiritusindustrie nahestehende Zuchtstation SLAP bei Tábor erfolgreich gearbeitet.

In der Gräserzüchtung ist schon zu einer Zeit, in der an die züchterische Bearbeitung von Gräsern noch kaum gedacht wurde, K. Holý hervorgetreten. K. Holý gebührt auch das Verdienst, auf den hohen Wert der fruchtbaren Rispe hingewiesen zu haben, einer Gräserart, die lange Zeit vernachlässigt wurde und deren Bedeutung heute immer mehr erkannt wird. Unter seinen züchterischen Arbeiten ist ferner die Veredlung des „Mattenklees“ hervorzuheben. Grasarten werden ferner an den Versuchsanstalten in Rosenau und Tábor gezüchtet.

Bis zum Ende des Weltkrieges war die Pflanzenzüchtung in Böhmen und Mähren auf rein privatwirtschaftlicher Basis aufgebaut. Seit dem Jahre 1920 haben sich auch verschiedene staatliche und Landesversuchsanstalten züchterisch betätigt.

Zur Zeit der Errichtung des Protektorats gab es in Böhmen und Mähren folgende 39 Zuchtstellen:

| Nr. | Züchter | Beginn der Züchtungsarbeiten | Züchtung folgender Kulturpflanzen |
|---|---|---|---|
| 1 | Gesellschaft für Rübensamenzucht, Semtschitz bei Drobrowitz | 1911 | Zuckerrüben, Winterroggen, Winterweizen, Sommerweizen, Sommergerste |
| 2 | A. v. Dregers Hochzuchtwirtschaft in Chlumetz a. d. Zidlina | 1903 | Winterroggen, Winterweizen, Sommerweizen, Sommergerste, Sommerhafer, Pferdebohnen, Rotklee, Mohn |
| 3 | SELECTA, Ges. für Saat und Pflanzgut in Prag | 1912 | Winterroggen, Winterweizen, Sommerweizen, Sommergerste, Wintergerste, Sommerhafer, Kartoffeln, Zuckerrüben, Futterrüben, Futtermöhren, Zichorie, Erbsen, Peluschken, Gräser (Lieschgras), Wiesenschwingel, Glatthafer, Knaulgras |
| 4 | Anstalt für Kartoffelzüchtung in Slap bei Tábor | 1921 | Winterroggen, Winterweizen Sommerhafer, Kartoffeln |
| 5 | Zuchtstation Ratborsch bei Kolin | 1924 | Winterroggen, Winterweizen, Sommerweizen, Sommergerste, Sommerhafer |
| 6 | Zuchtstation in Jettenitz bei Jitschin | 1903 | Winterroggen, Winterweizen, Sommerweizen, Sommergerste, Erbsen, Sommerhafer, Wicke |
| 7 | Güterdirektion Bistrau bei Politschka | 1931 | Winterroggen |
| 8 | Lundenburger Zuckerraffinerie, Keltschan bei Gaya | 1910 | Winterroggen, Winterweizen, Sommerweizen, Sommergerste |
| 9 | Landesanstalt für Pflanzenzüchtung in Prerau | 1905 | Winterroggen, Winterweizen, Sommerweizen, Sommergerste, Sommerhafer, Erbsen, Pferdebohnen, Mohn, Luzerne, Zwiebel, Möhre, Petersilie, Tomaten, Salat, Gurken |
| 10 | Sborowitzer-Kojetiner Zuckerfabriken, Sborowitz bei Kremsier | 1914 | Winterroggen, Winterweizen, Sommergerste, Erbsen, Pferdebohnen |
| 11 | Verein mährischer Zuckerfabriken in Olmütz | 1921 | Winterroggen, Winterweizen, Sommergerste, Sommerweizen, Mohn |
| 12 | Sektion für Pflanzenzucht der Landesforschungsanstalt in Brünn | 1920 | Winterroggen, Sommerweizen, Sommergerste, Sommerhafer, Linsen, Rotklee, Zwiebel |
| 13 | Saatzuchtstation, Wischenau | 1909 | Winterroggen, Winterweizen, Kartoffeln, Futterrübe, Futtermöhren, Sojabohnen, Esparsette, Salat, Rotklee |
| 14 | Aktiengesellschaft für Zuckerindustrie, Pflanzenzuchtstation Groß-Seelowitz | 1924 | Winterroggen, Winterweizen, Sommerweizen, Sommergerste, Erbsen |
| 15 | Landwirtschaftliche Versuchsstation, Horschitz | 1921 | Winterweizen, Sommergerste, Sommerhafer |
| 16 | Landwirtschaftliche Versuchsstation, Liblitz bei Böhm.-Brod | 1919 | Winterweizen, Erbsen |
| 17 | Saatzuchtstation Groß-Pawlowitz | 1929 | Winterweizen, Sommergerste, Sommerweizen |
| 18 | Josef Latzels Zuckerfabrik Groß-Pawlowitz | ? | Winterweizen |
| 19 | Konrad Dvorský, Am Heiligen Berg bei Olmütz | 1926 | Sommerweizen, Sommergerste |
| 20 | Saatzuchtstation Kwassitz | 1875 | Sommergerste |

| Nr. | Züchter | Beginn der Züchtungs-arbeiten | Züchtung folgender Kulturpflanzen |
|---|---|---|---|
| 21 | Landwirtschaftliche Versuchsstation Waletschov bei Okrauchlitz | 1922 | Sommerhafer, Kartoffeln |
| 22 | Landwirtschaftliche Versuchsstation, Klattau | 1924 | Sommerhafer, Erbsen |
| 23 | SATIVA, Erwerbs- und landw. Gen. der Kartoffelbauer in Deutsch-Brod | 1921 | Kartoffeln, Flachs |
| 24 | Verband der Frühkartoffelanbauer, Lissa a. d. E. | 1927 | Kartoffeln |
| 25 | V. Ressek, Markt-Janowitz | 1933 | Kartoffeln |
| 26 | V. Kaiser, Züchter der Kulturpflanzen, Tinischt bei Pschestitz | 1909 | Kartoffeln |
| 27 | Güterdirektion, Triesch | 1922 | Kartoffeln |
| 28 | J. Zapotil, Station für Rübenzüchtung und Rübensamenbau, Vietruschitz | 1885 | Zuckerrüben |
| 29 | Wohanka & Co., Zuchtstation Uholitz-Prag | 1890 | Zuckerrüben |
| 30 | Zuchtbetrieb A. Tuma, Pohorschitz, P. Mscheno bei Budin | 1922 | Futterrüben |
| 31 | Josef Bilek, Landwirt, Ratschinoves [Mass.<br>[Ind. | 1910<br>1928 | Futtermöhren |
| 32 | M. Karel, Pilsen | 1912 | Mohn |
| 33 | Landwirtschaftliche Versuchsstation für Flachsbau, Domanin bei Biestritz am Pernstein | 1928 | Flachs |
| 34 | Landwirtschaftliche Versuchsstation in Tábor | 1927 | Gräser: Fruchtbare Rispe, weißes Straußgras, ausläufertreibend; Rotschwingel, ausläufertreibend |
| 35 | M. Dvorský, Samenkulturen, Dolínek, P. Odolenswasser | 1889 | Kohlrüben |
| 36 | A. Bahlsen, Samenhandlung, Prag [Mass. | 1870 | Kohlrüben |
| 37 | Artur Nohel, Gutsbesitzer, Hrib, P. Böhm.-Brod | 1928 | Zwiebel |
| 38 | Jaroslaus Pour, Landwirt, Ober-Gutwasser, P. Unter-Gutwasser [Mass.<br>[Ind. | 1910<br>1933 | Kraut |
| 39 | P. Hanik, Hrochow-Teinitz | 1925 | Sellerie |

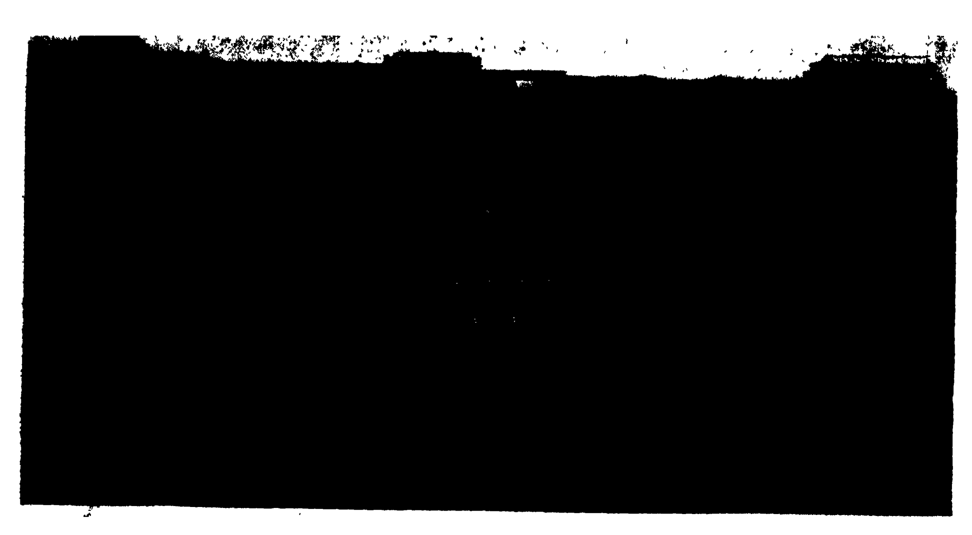


Abb. 2. Saatzuchtstation Semtschitz bei Dobrowitz

Von diesen Zuchtstellen waren insgesamt 263 Originalsorten zugelassen. Wie aus nachstehender Tabelle ersichtlich ist, befaßten sich einzelne Zuchtstationen mit der Züchtung mehrerer Sorten der gleichen Pflanzart. So wurden z. B. die 12 Futterrübensorten nur an 3 Zuchtstationen gezüchtet, die 4 Maissorten sogar nur an einer einzigen Stelle.

| | Anzahl der Sorten | Zuchtstationen | | Anzahl der Sorten | Zuchtstationen |
|---|---|---|---|---|---|
| Winterroggen . . . | 15 | 14 | Mohn . . . . . . . | 4 | 4 |
| Winterweizen . . . | 42 | 16 | Lein . . . . . . . | 3 | 2 |
| Sommerweizen . . . | 18 | 12 | Mais . . . . . . . | 4 | 1 |
| Sommergerste . . . | 31 | 15 | Rotklee . . . . . | 4 | 4 |
| Wintergerste . . . | 2 | 1 | Luzerne . . . . . | 1 | 1 |
| Sommerhafer . . . | 24 | 10 | Esparsette . . . . | 1 | 1 |
| Kartoffeln . . . . | 44 | 8 | Gräser . . . . . | 7 | 2 |
| Zuckerrübe . . . . | 9 | 4 | Kohlrübe . . . . | 2 | 2 |
| Futterrübe . . . . | 12 | 3 | Zwiebel . . . . . | 6 | 3 |
| Futtermöhre . . . | 3 | 7 | Möhre . . . . . | 1 | 1 |
| Zichorie . . . . . | 2 | 1 | Petersilie . . . . | 1 | 1 |
| Erbse . . . . . . | 10 | 7 | Tomate . . . . . | 1 | 1 |
| Pferdebohne . . . | 3 | 3 | Kraut . . . . . . | 2 | 1 |
| Linse . . . . . . | 1 | 1 | Sellerie . . . . . | 1 | 1 |
| Sojabohne . . . . | 1 | 1 | Salat . . . . . . | 2 | 2 |
| Peluschke . . . . | 1 | 1 | Gurken . . . . . | 1 | 1 |
| Pannonische Wicke . | 1 | 1 | | | |

Durch die Eingliederung des Protektorates Böhmen und Mähren in das Deutsche Reich ist die Pflanzenzüchtung auf vollständig neue Grundlagen gestellt worden. An Stelle der früheren Organisation der Pflanzenzüchter, die sich praktisch nur mit der Preisfestsetzung von Hochzucht und Nachbau der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzenarten befaßte, wobei noch dazu diesen Beschlüssen keine rechtsgültige Bindung zukamen, ist der Verband der Pflanzenzüchter im Protektorat Böhmen und Mähren getreten, der auf analoger Basis aufgebaut wurde, wie der Reichsverband der Pflanzenzüchter in Berlin.

Die gesetzlichen Grundlagen für die Pflanzenzüchtung bildete früher in der seinerzeitigen Tschechoslowakei das Saatgutgesetz aus dem Jahre 1921. Durch dieses Gesetz wurden

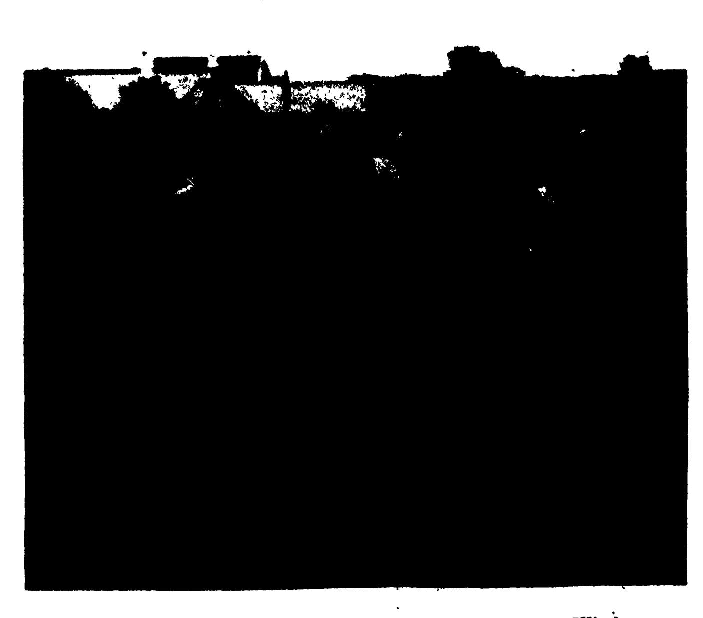


Abb. 3. Graf Felix Spiegel-Diesenberg'sche Saatzuchtstation Wischenau

1. die Anerkennung der Originalität von Sorten,
2. die Anerkennung von Saatgut und Setzlingen von Kulturpflanzen,
3. die Prüfung von Sorten

einheitlich geregelt. Mit der Durchführung des Anerkennungsverfahrens wurden Anerkennungskommissionen bei den Landeskuturräten betraut, deren Mitglieder vom Landwirtschaftsministerium ernannt wurden. Die Berechtigung zur Bezeichnung einer Sorte als „Originalsorte" konnte nur über Antrag der Anerkennungskommission vom Landwirtschaftsministerium erteilt werden. Sämtliche Originalsorten wurden beim Landwirtschaftsministerium im „Buch der Originalsorten" registriert. Originalsorten, die sich in den von den Versuchsstationen durchgführten mehrjährigen Versuchen besonders bewährt hatten, wurden in das Register der bewährten Sorten eingetragen. Einen wichtigen Bestandteil des Buches der Originalsorten und des Registers der bewährten Sorten bildete die „Sammlung der typischen Muster von Körnern, Ähren und Früchten", die von den Versuchsstationen im Einvernehmen mit den landwirtschaftlichen Hauptkörperschaften mindestens für die Dauer der Eintragung der Sorten geführt und instand gehalten wurde. Nach einer Regierungsverordnung vom Jahre 1921 wurden für anerkanntes Saatgut und Setzlinge folgende 4 Gruppen festgesetzt:



Abb. 4. Saatzuchtstation Kerkau der Sativa

1. Anerkanntes Saat- und Setzlingsgut einer Originalsorte.
2. Anerkanntes Saat- und Setzlingsgut des ersten Nachbaues einer Originalsorte.
3. Anerkanntes Saat- und Setzlingsgut des zweiten, dritten, ausnahmsweise auch eines weiteren Nachbaues einer Originalsorte.
4. Anerkanntes Saat- und Setzlingsgut von Landsorten.

Während die Anerkennung der Anbaustufen 1—3 in beträchtlichem Umfange vorgenommen wurde, sind Landsorten während der Dauer der Gültigkeit dieses Gesetzes nur in bescheidenem Ausmaße zur Anerkennung angemeldet worden.

Ausländische Züchter, die die Zuerkennung der Originalität ihrer im Auslande gezüchteten Sorte anstrebten, mußten der Anerkennungskommission nachweisen, daß sie mindestens in einem Vermehrungsbetrieb eine fachlich geleitete „Zuchtzweigstation" errichtet haben, bei der bei Selbstbefruchtern die Züchtung von der „Superelite" angefangen erfolgt. Der Begriff Superelite war zwar in der Regierungsverordnung nicht näher erläutert, doch wurde mit diesem Begriff allgemein die Nachkommenschaft einer Einzelpflanze bezeichnet. Ausnahmsweise konnte allerdings auch die Einfuhr größerer Mengen von Elitesaatgut bewilligt werden. Diese Möglichkeit wurde besonders von deutschen Züchtern wiederholt in Anspruch genommen.

Die Eingliederung des Protektorates Böhmen und Mähren in das Deutsche Reich hat eine Anpassung der legislativen Regelung des Saatgutwesens an die Verhältnisse im Altreich erforderlich gemacht. Im Zuge dieser Regelung ist als einschneidende Maßnahme die Durchführung der Sortenrestriktion zu erwähnen. Von den vorhandenen Sorten wurde ein großer Teil gestrichen, und zwar 2 Winterroggensorten, 19 Winterweizensorten, 6 Sommerweizensorten, 11 Sommergerstensorten, 10 Sommerhafersorten, 27 Kartoffelsorten (vorwiegend Auslesen aus deutschen Sorten), 2 Futterrübensorten und je eine Sorte von Erbse und Mais, insgesamt also 79 Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Bei den verbleibenden Sorten wurde eine Einteilung in drei Gruppen vorgenommen:

Die Gruppe I enthält jene Sorten, die im Gesamtgebiet des Protektorates zugelassen sind.

Die Gruppe II enthält jene Sorten, die nur für bestimmte Gebiete des Protektorates zugelassen sind.

Die Gruppe III enthält alle jüngeren Züchtungen, über deren Einreihung in eine der beiden Gruppen I oder II noch keine Entscheidung gefällt wurde.

Übersicht der Anzahl der zugelassenen Zuchtsorten

| Pflanzenart | Gruppe I | Gruppe II | Gruppe III | Insgesamt |
|---|---|---|---|---|
| Winterweizen | 4 | 9 | 10 | 23 |
| Wechselweizen | 1 | 1 | — | 2 |
| Winterroggen | 3 | 3 | 7 | 13 |
| Wintergerste | 1 | 1 | — | 2 |
| Sommerweizen | 2 | 6 | 3 | 11 |
| Sommergerste | 5 | 9 | 7 | 21 |
| Hafer | 11 | 3 | 4 | 18 |
| Mais | — | — | 7 | 7 |
| Hirse | — | — | 1 | 1 |
| Kartoffeln | 6 | 13 | — | 19 |
| Futterrüben | 5 | — | 5 | 10 |
| Zuckerrüben | 9 | — | — | 9 |
| Futtermöhren | 4 | — | 1 | 5 |
| Zichorie | 2 | — | — | 2 |
| Erbsen | 6 | — | 2 | 8 |
| Ackerbohnen | 2 | — | 1 | 3 |
| Linsen | 1 | — | 1 | 2 |
| Buschbohnen | — | — | 2 | 2 |
| Sojabohnen | — | — | 2 | 2 |
| Mohn | 4 | — | 1 | 5 |
| Lein | 3 | — | — | 3 |
| Grasarten | 26 | — | 2 | 28 |
| Luzerne | 1 | — | 2 | 3 |
| Rotklee | 2 | — | 4 | 6 |
| Hornschotenklee | — | — | 1 | 1 |
| Esparsette | — | — | 1 | 1 |
| Peluschke | 1 | — | — | 1 |
| Speisemöhren | — | — | 1 | 1 |
| Sellerie | — | — | 1 | 1 |
| Wurzelpetersilie | — | — | 1 | 1 |
| Markerbsen | — | — | 1 | 1 |
| Gurken | — | — | 1 | 1 |
| Tomaten | — | — | 1 | 1 |
| Zwiebeln | — | — | 3 | 3 |
| Kopfsalat | — | — | 1 | 1 |
| Kohlrabi | 2 | — | — | 2 |
| Weißkraut | 2 | — | — | 2 |
| | 103 | 45 | 74 | 222 |

Die derzeit im Protektorat zugelassenen heimischen Hochzuchtsorten gliedern sich gruppenmäßig nach vorstehender Übersicht:

Die Liste der zugelassenen Zuchtsorten wurde durch die vorhandenen Landsorten ergänzt. Folgende Landsorten des Protektorates Böhmen und Mähren wurden bisher zugelassen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Luzerne: | Böhmische Luzerne | Tomaten: | Pruhonitzer |
| | Mährische Luzerne | Zwiebeln: | Bisenzer |
| Rotklee: | Böhmischer zweischüriger | | Stupitzer |
| | Böhmischer einschüriger | | Vschetater |
| | Mährischer zweischüriger | Knoblauch: | Bisenzer Winterknoblauch |
| | Mährischer einschüriger | | Bisenzer Sommerknoblauch |
| Hornschotenklee: | Mährischer | Kopfsalat: | Datschitzer |
| Inkarnatklee: | Böhmischer | | Kuttenberger Sommer |
| Weißklee: | Mährischer | | Pruhonitzer roter |
| Wundklee: | Mährischer | Kohlrabi: | Prager frühe weiße |
| Esparsette: | Mährische | | Prager frühe blaue |
| Sommerwicke: | Mährische | Kraut: | Königgrätzer |
| Buchweizen: | Böhmischer | | Krimitzer |
| | Mährischer | | Wesseler |
| Korbweiden: | Kaiserweide | Baldrian: | Dreiblätteriger Baldrian |
| | Hanfweide | | Schmalblätteriger Baldrian |
| | Mandelweide | Bohnenkraut: | Bohnenkraut |
| | Amerikanerweide | | Winterbohnenkraut |
| | Purpurweide | Estragon: | Deutscher Estragon |
| Hopfen: | Raudnitzer | | Russischer Estragon |
| | Trschitzer | Kümmel: | Böhmischer |
| | Saazer | | Mährischer |
| Tabak: | Theißer | | Ronower |
| | St. Andreas-Muskateller | Paprika: | Gewürzpaprika, dünnfleischig |
| Weberkarden: | Böhmische | | |
| | Donauländische | | Gewürzpaprika, dickfleischig |
| Radies: | Pruhonitzer | | |
| Sellerie: | Prager Riesen | | Bulgarische Gemüsepaprika |
| Wurzelpetersilie: | Bisenzer | Linse: | Mährische kleinkörnige |
| Spargel: | Eibenschützer | Raps: | Trebitscher, Landsorte für höhere Lage |
| Gurken: | Bisenzer | | |
| | Melniker Einlegegurke | | Slaper, Landsorte für höhere Lage |
| | Hanakische Einlegegurke | | |
| | Jungbunzlauer Salatgurke | Meerrettich: | Koliner, Landsorte |

In die Sortenliste des Protektorates wurden ferner alle jene zugelassenen Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen des Altreichs aufgenommen, die schon früher in Böhmen und Mähren verbreitet waren. Von diesem Grundsatze wurde nur bei jenen Pflanzenarten eine Ausnahme gemacht, bei denen es im Protektorat Böhmen und Mähren an geeigneten bodenständigen Sorten in ausreichender Anzahl fehlte. Demgemäß haben die meisten deutschen Sorten von Kartoffeln, Futterpflanzen und Gemüsearten in die Protektoratsliste Aufnahme gefunden. Anderseits besteht aber auch für die Protektoratssorten die Möglichkeit, in die Liste der im Altreich zugelassenen Sorten aufgenommen zu werden.

Die gesamte Neuregelung wurde in einer Reihe von Regierungsverordnungen festgelegt, die weitgehend an die Gesetzgebung des Altreichs angepaßt sind.

Die Grundlage bildet die Regierungsverordnung betreffend Saat- und Pflanzgut, in der das Landwirtschaftsministerium u. a. ermächtigt wird, die Prüfung und Zulassung von Sorten, das Anerkennungswesen, den Handel sowie die Ein- und Ausfuhr von Saat- und Pflanzgut und deren Preise und die Zulassung von Handelssaat- und Pflanzgut zu regeln, sowie

alle sonstigen Maßnahmen zu treffen, die zur Sicherung der Erzeugung von Saat- und Pflanzgut erforderlich sind. In Kundmachungen des Landwirtschaftsministerium wurden sodann die Grundsätze für die Prüfung und Zulassung von Sorten und Neuzüchtungen, für die Anerkennung des Saat- und Pflanzgutes landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Kulturpflanzen und für die Zulassung von Handelssaat- und Pflanzgut festgelegt. In weiteren Kundmachungen wurden die Sortenprüfstellen für die Prüfung von Sorten und Neuzüchtungen und deren Wirkungsbereich, sowie die Grundsätze für die Sortenprüfung, Anerkennung von Saat- und Pflanzgut und die Zulassung von Handelssaat- und Pflanzgut festgesetzt und Vorschriften für die Durchführung des Anerkennungsverfahrens bei landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Kulturpflanzen, sowie für die Güteprüfung von Saat- und Pflanzgut herausgegeben.

In allen bereits erlassenen, sowie in weiter folgenden Vorschriften wird eine weitgehende Anpassung an die Altreichsverhältnisse vorgenommen, wodurch in kurzer Zeit eine einheitliche Lenkung der Sortenprüfung des Anerkennungswesens und der Saatgutversorgung erzielt wird.

Die Folgen für die Pflanzenzüchtung sind bereits jetzt, wo alle diese Maßnahmen noch im Werden begriffen sind, festzustellen. Wurden zu Beginn der Neuregelung von einzelnen Züchtern Befürchtungen geäußert, daß sich eine allzu schnelle Anpassung an die Altreichsverhältnisse störend in der Produktion und in der Verwendung von Saat- und Pflanzgut äußern könnte, so hat sich schon jetzt gezeigt, daß diese Annahme unberechtigt war. Die Fläche der zur Anerkennung angemeldeten Kulturen ist gegenüber früheren Jahren um ein Vielfaches gestiegen. Der Verkehr von Saatgut zwischen dem Altreich und dem Protektorat vollzieht sich praktisch vollständig reibungslos, nachdem jetzt im Protektorat analoge Plombierungsvorschriften in Geltung sind, wie im Altreich.

Die züchterische Tätigkeit hat durch die Neuregelung einen gewaltigen Impuls erhalten. War die Pflanzenzüchtung früher vielfach nur eine Liebhaberei einzelner Großbetriebe, die eine gewisse Sicherheit des Absatzes in dem eigenen Flächenausmaß erblicken konnten und auf Rentabilitätsrechnungen dieses Sonderbetriebszweiges nicht angewiesen waren, so wird sie heute zu einem fest fundiertem Zweig intensivster landwirtschaftlicher Betätigung einzelner Musterbetriebe. Die Entwicklung geht allerdings nicht in die Breite, sondern in die Tiefe. Eine Verbreitung ist lediglich bei Futterpflanzen, Faserpflanzen und Gemüsearten zu erwarten. Der Futterpflanzenzüchtung stehen in der Verwertung der in den Landsorten enthaltenen reichhaltigen Pflanzenformen noch wichtige Aufgaben bevor. Gegenwärtig ist besonders die Futterpflanzenproduktion bei Kleearten fast ausschließich auf Landsorten angewiesen, die wohl in Bälde geeigneten Zuchtsorten werden weichen müssen. Wesentlich besser ist die Lage auf dem Gebiete der Gräserzüchtung, wo bereits wertvolle Sorten vorhanden und noch weitere Sorten in züchterischer Bearbeitung sind. Große Aufgaben stehen noch der Gemüsezüchtung bevor, da nur einige wenige Hochzuchtsorten zugelassen wurden. Gerade die Gemüseproduktion benötigt aber neue Sorten, die für das Klima und die Bodenverhältnisse des Protektorats geeignet sind, da der Bedarf an Gemüse in den letzten Jahren gewaltig gestiegen ist und für die Produktion günstige Voraussetzungen vorhanden sind.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Angleichung an die Altreichsverhältnisse die Pflanzenzüchtung auf gänzlich geänderte

Grundlagen gestellt hat. Trotzdem so mancher Zuchtbetrieb diese Änderungen nicht durchhalten konnte und von der Bildfläche verschwunden ist, haben sich die Voraussetzungen für die Entwicklung der Pflanzenzüchtung im Protektorat im allgemeinen wesentlich gebessert.

## Schrifttum

Spennemann, F., Fragen der Saatgutforschung. Wochenblatt d. Verb. d. Deutschen Land- und Forstwirtschaft f. Böhmen u. Mähren 2, 599, 1941.

Ders., Gesetzliche Neuregelung betreffend Saat- und Pflanzgut. Ebenda 2, 165, 1941.

Chmelář, F., Sortenfragen und Sortenprüfungen in Böhmen und Mähren. Angewandte Botanik 21, 429, 1939.

## Veröffentlichungen von E. v. Tschermak-Seysenegg


1. Über die Bahnen von Farbstoff- und Salzlösungen in dikotylen Kraut- und Holzgewächsen. Dissertation. Sitzungsber. Kais. Akad. Wien 105/I, 1896.
2. Über die Veredlung und Neuzüchtung landwirtschaftlicher und gärtnerischer Gewächse. Ztschr. f. Naturwiss. 71, 1898.
3. Über die Verbreitung des Lithiums im Pflanzenreiche. Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 2/7, 1899.
4. Über künstliche Kreuzung bei Pisum sativum. Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 3/5, S. 91, 1900 (Habilitationsschrift).
5. Über künstliche Kreuzung bei Pisum sativum. Ber. Dt. Bot. Ges. 1900, S. 231.
6. Über die Züchtung neuer Getreiderassen mittels künstlicher Kreuzung. Kritisch-historische Betrachtungen. I. Mitt. Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 1901, S. 32.
7. Weitere Beiträge über Verschiedenwertigkeit der Merkmale bei Kreuzung von Erbsen und Bohnen. Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 1901, S. 95.
8. Weitere Beiträge über Verschiedenwertigkeit der Merkmale bei Kreuzung von Erbsen und Bohnen. Ber. Dt. Bot. Ges. 1901, S. 35.
9. Versuche über Pflanzenhybriden. Zwei Abhandlungen (1865 und 1869) von Gregor Mendel. Neu herausgegeben von E. v. Tschermak in Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 121, 1901, 4 Auflagen.
10. Der gegenwärtige Stand der Mendelschen Lehre und die Arbeiten von Bateson. Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 1902, S. 28.
11. Über die gesetzmäßige Gestaltungsweise der Mischlinge. (Fortgesetzte Studien an Erbsen und Bohnen.) Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 1902, S. 81.
12. Über den Einfluß der Bestäubung auf die Ausbildung der Fruchthüllen. Ber. Dt. Bot. Ges. 1902, S. 7.
13. Methoden und Gesetze der künstlichen Kreuzung. Wiener landw. Gartenztg. 4, 1903.
14. Die Theorie der Kryptomerie und des Kryptohybridismus. I. Mitt. Über die Existenz kryptomerer Pflanzenformen. Beih. z. Bot. Centralbl. 1903, 1.
15. Die Lehre von den formbildenden Faktoren (Variation, Anpassung, Selektion, Mutation, Kreuzung) und ihre Bedeutung für die rationelle Pflanzenzüchtung. Jahrb. f. Tier- und Pflanzenzüchtung 17, 1903.
16. Über künstliche Auslösung des Blühens beim Roggen. Ber. Dt. Bot. Ges. 1904, S. 445.
17. Weitere Kreuzungsstudien, Levkojen und Bohnen. Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 1904.
18. Die Mendelsche Lehre und Galtons Theorie vom Ahnenerbe. Arch. f. Rassenbiologie 1905, S. 663.
19. Die Kreuzung im Dienste der Pflanzenzüchtung. Jahrb. Dt. landw. Ges. 1905, S. 325.
20. Über die Bildung neuer Formen durch Kreuzung. Wiss. Ergebn. d. int. bot. Kongr. Wien 1905.
21. Die Blüh- und Fruchtbarkeitsverhältnisse bei Roggen und Gerste und das Auftreten von Mutterkorn. Fühlings landw. Ztg. 1906, S. 193.
22. Über einige Blüh- und Fruchtbarkeitsverhältnisse bei Roggen und Gerste. Wiener landw. Ztg. 1906, Nr. 54.
23. Über Züchtung neuer Getreiderassen mittels Kreuzung. II. Mitt. Kreuzungsstudien. Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 1906.
24. Über die Bedeutung des Hybridismus für die Deszendenzlehre. Biol. Zentralbl. 1906, S. 881. Englisch in: Report of the 3d Intern. Conf. on Genetics. London Roy. Horticult. Soc.
25. Welche Bedeutung besitzt die Individualzüchtung für die Schaffung neuer und wertvoller Formen? (beleuchtet durch die neueren Ergebnisse auf dem Gebiete der Selektion, Mutation, Anpassung und Bastardierung). Verhandl. intern. Kongr. Wien 1907.
26. Die Züchtung neuer verbesserter Gemüsesorten. Verhandl. intern. Kongr. Wien 1907.

27. Züchtung der vier Hauptgetreidearten und der Zuckerrübe. Bd. 4 d. Handb. d. landw. Pflanzenzüchtung von C. Fruwirth. Korrelationsverhältnisse und Bastardierung der Getreidearten und Bastardierung der Zuckerrübe. 4 Auflagen. Berlin, Paul Parey, 1907.
28. Gregor Mendel und seine Vererbungsgesetze. Neue Freie Presse. Wien 1907.
29. Die Mendelschen Vererbungsgesetze. Verein z. Verbreitung naturw. Kenntnisse in Wien, Jahrg. 48, Heft 5, 1908.
30. Die Kreuzungszüchtung des Getreides und die Frage nach den Ursachen der Mutation. Monatshefte f. Landw. 1, 1903.
31. Der moderne Stand des Vererbungsproblems. Arch. f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie 1908, Heft 3, S. 305.
32. Stachellose Kakteen als Viehfutter. Monatshefte f. Landw. 1910.
33. Landwirtschafliche Studien in Nordamerika mit besonderer Berücksichtigung der Pflanzenzüchtung. Eine Reisebeschreibung in Wort und Bild. Landw. Jahrb. 39, Ergänzungsbd. 6, 1910.
34. Johann Gregor Mendel. Neue Freie Presse 29. September 1910.
35. Die Reise eines Pflanzenzüchters in Nordamerika. Arb. d. Landw.-Kammer d. Prov. Sachsen 1910, Heft 18.
36. Examen de la theorie des facteurs par le recroisement methodique des hybrides. IV. Confer. intern. de Genetique. Paris 1911.
37. Über die experimentelle Bearbeitung der modernen Vererbungsfragen in Nord-amerika. Verein f. Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in Wien 1911.
38. Über die Vererbung der Blütezeit bei Erbsen. Verhandl. d. naturforsch. Vereins in Brünn Bd. 49, 1911.
39. Bastardierungsversuche an Levkojen, Erbsen und Bohnen mit Rücksicht auf die Faktorenlehre. Ztschr. ind. Abst.- u. Vererbungslehre 1912, Bd. 7, Heft 2.
40. Über seltene Getreidebastarde. Beitr. z. Pflanzenzucht Heft 3, 1913.
41. Die Technik der Bastardierungszüchtung. Verhandl. d. Österr. Gartenbauwoche 1913.
42. Notiz über den Begriff der Kryptomerie. Ztschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre 1914, Bd. 11, Heft 3.
43. Die Verwertung der Bastardierung für phylogenetische Fragen in der Getreidegruppe. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung 1914, Bd. 2.
44. Über die Vererbungsweise von Art- und Gattungsbastarden innerhalb der Getreidegruppe. Mitt. d. landw. Lehrkanzel Wien 1914.
45. Der gegenwärtige Stand der Pflanzenzüchtungslehre. Wiener landw. Ztg. 1914, Nr. 88.
46. Über die Notwendigkeit der Sammlung und Erhaltung unserer bewährten, noch unveredelten Getreiderassen. Wiener landw. Ztg. 1915, Nr. 104.
47. Über den gegenwärtigen Stand der Gemüsezüchtung. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung 1916, Bd. 4, S. 65.
48. Zur Organisation der Gemüsezüchtung in Österreich. Österr. Gartenztg. 1917, Heft 1.
49. Steigerung der Ertragsfähigkeit der Tomaten durch Bastardierung in der ersten Generation. Deutsche Landw. Ges. f. Österr. 1918, Heft 51.
50. Über Gemüse- und Blumensamenzüchtung. Verein z. Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in Wien, Jahrg. 58, Heft 10, 1918.
51. Beobachtungen bei Bastardierung zwischen Kulturhafer und Wildhafer (Avena fatua). Ztschr. f. Pflanzenzüchtung Bd. 6, 1918.
52. Beobachtungen über anscheinend vegetative Spaltungen an Bastarden und über anscheinende Spätspaltungen, speziell Auftreten von Pigmentierungen an sonst pigmentlosen Deszendenten. Ztschr. ind. Abst.- u. Vererbungslehre 21/4, 1919.
53. Bastardierungsversuche mit der grünsamigen Chevrier-Bohne. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung Bd. 7, 1919.
54. Über Züchtung landwirtschaftlich und gärtnerisch wichtiger Hülsenfrüchte. Arb. Deutsch. Landw. Ges. f. Österr. 1920, Heft 4.
55. Praktische Richtlinien auf dem Gebiete der Getreide- und Leguminosenzüchtung. Mitt. a. d. Dt. Landw. Ges. in Brünn 1921, Heft 6.
56. Über die Vererbung des Samengewichtes bei Bastardierung verschiedener Rassen von Phaseolus vulgaris. Ztschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre 1922, Bd. 28, Heft 1.
57. Zum 100. Geburtstag Gregor Mendels. Umschau Jahrg. 26, Nr. 29, 1922.
58. Über die Varietäten und Spezieshybriden bei Primeln. Internat. Gartenbaukongreß Amsterdam 1923.
59. Über Sojabastardierung (Beiträge z. landw. Pflanzenbau). Schindler-Festschrift. Berlin, Paul Parey, 1924.

60. Ungewollte Fremdbestäubung bei Selbstbestäubern unter den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Wiener landw. Ztg. 1925.
61. Einige moderne Fragen auf dem Gebiete der Getreidezüchtung. Fortschr. d. Landw. Heft 13, 1926.
62. Über die fruchtbaren Ägilops-Weizenbastarde (Beispiele f. d. Entstehung neuer Arten durch Bastardierung). Ber. Dt. Bot. Ges. 44/2, 1926.
63. Praktische und theoretische Ergebnisse auf dem Gebiete der Gerstenbastardierung. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung 12/4, 1927.
64. Zur mathematischen Charakteristik reiner Linien und ihrer Bastarde. Nach Untersuchungen am Samengewicht von Bohnen. Hereditas 9, 1927 (Johannsen-Festschrift); gemeinsam mit A. Tschermak.
65. Über Blütenfülle und ihre Vererbung. Festschr. d. österr. Gartenbauges. (1827 bis 1927). Wien 1927.
66. Über seltene Getreide- und Rübenbastarde. 5. intern. Kongreß f. Vererbung. Berlin 1927. (Ztschr. ind. Abst. Suppl.)
67. Die Stammeltern unserer Getreidearten. Fortschr. d. Landw. 1928, Heft 13.
68. Einige Bastardierungsergebnisse an Linsen und Ackerbohnen. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien 1928.
69. Über Art- und Gattungsbastarde unter den Getreidesorten. Forschungen und Fortschritte Nr. 11, 10. April 1929.
70. Zur zytologischen Auffassung meiner Ägilotricumbastarde und der Artbastarde überhaupt. Ber. Dt. Bot. Ges. 1929, Nr. 29.
71. Über seltene Weizen- und Haferbastarde und Versuche ihrer praktischen Verwertung. Beitr. zur Pflanzenzucht Heft 10, 1929.
72. Ein neuer fruchtbarer Weizenartbastard (Triticum turgidum × villosum). Rümker-Festschrift. Berlin, Paul Parey, 1929.
73. Kultur- und Wildhaferbastarde und ihre Beziehungen zu den sogenannten Fatuoiden. Ztschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre 1929.
74. Neue Beobachtungen am fertilen Artbastard Triticum turgidovillosum. Ber. Dt. Bot. Ges. 1930, Nr. 43. Ak. Anz. Nr. 18, Ak. Wiss. Wien 1930.
75. Über einige Blütenanomalien und ihre Vererbungsweise bei Primeln. Biologia generalis 1931. Ak. Anz. Nr. 6, Ak. Wiss. Wien 1931.
76. Weizenroggenbastarde und ihre züchterische Verwertung. Der Züchter 3, 1931.
77. Mendelismus und Pflanzenzüchtung. Vortrag in d. Akademie d. Wissenschaften in Wien, 3. Juli 1931. Wien, Verlag Hölder.
78. Künstliche Belichtung als Stimulationsmittel in Gewächshäusern im Dienste der Pflanzenzüchtung. Gartenztg. 1932. Ak. Anz. Nr. 25, Ak. Wiss. Wien 1931.
79. Bemerkungen über echte und falsche Größen-Xenien. Ztschr. f. Züchtung A, Bd. 17, 1932.
80. Petaloide Ausbildung der Kelchblätter und andere Beobachtungen bei Bastarden zwischen Phaseolus vulgaris × Ph. multiflorus. Die Gartenbauwiss. Nr. 7, 1933. Ak. Anz. Nr. 25, Ak. Wiss. Wien 1932.
81. Über einige bei reziproker Kreuzung nur selten gelingende Bastarde. Der Züchter 5, 1933.
82. Über den Größen- und Farbendimorphismus der Körner bei den Wild- und Kulturformen des Roggens und Weizens. Ztschr. f. Züchtung A 18, 1933. Ak. Anz. Nr. 19, Ak. Wiss. Wien 1933.
83. Über intermediäre Vererbung und Chromosomenaddition bei Artbastarden von Triticum villosum. Ak. Anz. Nr. 19, Ak. Wiss. Wien 1933.
84 Weitere Studien am fertilen, konstanten Artbastard Triticum turgidovillosum und seinen Verwandten. I. Ztschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre Bd. 66, 2, 1933.
85. Der Kürbis mit schalenlosen Samen, eine beachtenswerte Ölfrucht. Wiener landw. Ztg. Nr. 7 u. 8, 1934. Züchterisches über eine nicht genügend gewürdigte heimische Ölfrucht. Ak. Anz. Nr. 6, Ak. Wiss. Wien 1934.
86. Über nichtspaltende fruchtbare Artbastarde. Forschungen und Fortschritte Jahrg. 10, Nr. 4, 1934.
87. Über die Genetik des Dimorphismus und das Vorkommen von Homostylie bei Primeln. Der Züchter Heft 9, 1935. Anz. d. Akad. d. Wiss. Wien 27. Juni 1935.
88. Über hybridogene Pseudoparthenogenesis. Der Züchter Heft 6, 1935. Anz. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 24. Januar 1935.
89. Anregungen zur besseren Verwertung der Calycanthemie in der Gärtnerei. II. Congress Intern. Horticult. Rom 16, 21. September 1935.
90. Der Kürbis mit schalenlosen Samen und deren Verwertung zur Ölgewinnung und als Mandelersatz. II. Congress Intern. Hortic. Rom 1935.
91. Über Jungfernerzeugung nach Artkreuzung. Forschungen und Fortschritte Nr. 32, 1935.

92. Wirkliche, abgeleitete und fragliche Weizen-Roggenbastarde (Triticale Formen), vorl. Mitt. Ak. Anz. Nr. 20. Wien 1936.
93. Erinnerungen an die Wiederentdeckung der Mendelschen Vererbungsgesetze vor 37 Jahren. Züchter 9, 144—146, 1973.
94. Wirkliche, abgeleitete und fragliche Weizenroggenbastarde. Ztschr. f. Zytologie Fujii Jub. Bd. 1937, S. 1003—1011.
95. Beiträge zur züchterischen und zytologischen Beurteilung der Weizen-Roggen- und Weizen-Quecken-Bastarde. Ztschr. f. Züchtung A 22, 397—416, 1938.
96. Über die züchterische und zytologische Bedeutung von Artbastarden zwischen Weizen, Roggen und Quecke. Ak. Anz. Nr. 8. Wien 1938.
97. Über muttergleiche Scheinbastarde (hybridogene Parthenogenesis). Der Züchter 11, 337—340, 1939.
98. Weitere Studien über hybridogene Pseudoparthenogenesis. Anz. d. Akad. d. Wiss. Wien 1939.
99. Samenverklebung durch Traganthausscheidung bei Kulturerbsen und Kichererbsen, ein interessanter Fall von Parallelvariation. Ak. Anz. Wien Nr. 5, Sitzg. 7. März 1940.
100. Die Bildung von Traganth, eine Parallelvariation in den Samenschalen der Erbse und der wilden Kicher. Der Züchter 12, 161—164, 1940.
101. Ein neuer, fruchtbarer Getreidebastard: Agropyrum intermedium × Secale Cereale-Agrosecale. Anz. d. Akad. d. Wiss. Wien 1941.
102. Wie erhält man bei Getreidekreuzungen einen besseren Kornansatz? Der Züchter 13, 1941 (im Druck).

## Kleine Mitteilungen

### Verleihung des Carl Sigismund von Treskow-Friedrichsfelde-Preises an Herrn Hofrat Prof. Dr. Dr. h. c. Erich Tschermak von Seysenegg

Als wissenschaftlichem Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Züchtungsforschung Erwin Baur-Institut, Müncheberg-Mark wurde Herrn Hofrat Professor Dr. Dr. h. c. Erich Tschermak von Seysenegg gelegentlich der Sitzung des Kuratoriums dieses Institutes im Mai 1941 der 1. Preis der Carl Sigismund von Treskow-Friedrichsfelde-Stiftung verliehen:

> Das Kuratorium des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Züchtungsforschung (Erwin Baur-Institut Müncheberg/Mark) verleiht den Jahrespreis 1941 der Carl Sigismund von Treskow-Friedrichsfelde-Stiftung Herrn Hofrat Professor Dr. Dr. h. c. Erich von Tschermak-Seysenegg, Wien, für hervorragende Forschungen auf dem Gebiete der Art- und Gattungsbastardierung an Kulturpflanzen im Hinblick auf die dadurch für die Pflanzenzüchtung geschaffenen neuen Grundlagen.

Der Direktor des Institutes Rudorf — Der Vorsitzende des Kuratoriums Backe

Die ausführliche Begründung lautet:

„Herr Hofrat Professor Dr. Dr. h. c. Erich Tschermak von Seysenegg, einer der drei Wiederentdecker der Mendelschen Vererbungsgesetze, hat als erster auch die Anwendbarkeit dieser wissenschaftlichen Erkenntnis auf die Schaffung neuer Sorten der Kulturpflanzen mit kombinierten und transgredierenden Merkmalen der gekreuzten Elternsorten vertreten und durch praktische Zuchterfolge erhärtet. Eine zweizeilige Wintergerste mit Brauqualität (Tschermaks zweizeilige Wintergerste), eine Sommergerstensorte (Hanna × Kargyn), ein Winterroggen (Marchfelder Roggen), Winter- sowie Sommerweizensorten mit guter Qualität und besonderer Anbaueignung für das trockene kontinentale Klima des Marchfeldes und frühreife Hafersorten sind Beispiele seiner züchterischen Leistung, die über das Marchfeld hinaus in der Landwirtschaft der südöstlichen Länder von Bedeutung sind. Von Tschermak hat sich auch als einer der ersten mit der züchterischen Verbesserung von Gemüsearten, insbesondere Erbsen und Phaseolusbohnen befaßt und durch Klärung des Erbganges wichtiger Leistungs- und Qualitätseigenschaften den Weg für wertvolle Neuzüchtungen freigemacht. Von ihm selbst gezüchtete neue Formen von Buschbohnen aus Artbastardierung werden zur Zeit auf ihren Anbauwert untersucht. Auch in der Zierblumenzucht (Primeln, Aurikeln, Pelargonien, Levkojen u. a. m.) wandte er erfolgreich den Mendelismus an.

Wurde von Tschermak schon für seine wissenschaftlichen und praktischen Leistungen insbesondere vom Ausland mannigfach geehrt, so ist er als wissenschaftliches Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Züchtungsforschung auch der würdigste erste Träger des Preises der Carl Sigismund

von Treskow-Friedrichsfelde-Stiftung wegen seiner wissenschaftlichen Leistungen in neuerer Zeit. Von 1926 ab ist von Hofrat von Tschermak allein und in Verbindung mit Mitarbeitern über die Entstehung amphidiploider fruchtbarer nicht spaltender Gattungsbastarde berichtet worden. (Aegilotricum 1926, 1929, 1930, Haynaltricum 1929, Agrotricum 1938 und Agrosecale 1941.) Sie entstanden aus Kreuzungen zwischen Gattungen, die wenn überhaupt, nur sterile Bastarde ergeben hatten. Das Zustandekommen der neuartigen Bastarde, die botanisch als neue Arten anzusprechen sind, wurde erklärt, ihre Eigenschaften wurden erforscht und Untersuchungen über ihre praktische Ausnutzbarkeit angestellt. Hofrat von Tschermak hat als einer der ersten der wissenschaftlichen Pflanzenzüchtung wiederum neue Wege gewiesen.

Die Bedeutung dieser Forschung für die Landwirtschaft erhellt daraus, daß eine Reihe von Kulturpflanzen als natürliche amphidiploide Bastarde aufzufassen sind, so z. B. Raps und die Hauspflaume. Diese Arbeiten von Tschermaks eröffnen uns daher neue Aussichten."

Wir freuen uns ganz besonders, daß dem rüstigen schöpferischen Jubilar diese Auszeichnung zuteil wurde und beglückwünschen ihn herzlich. Mögen ihm noch viele Jahre erfolgreichen Schaffens beschieden sein!

W. Rudorf

## Referate

**Amlong, H. U., und G. Naundorf,** Ein neues Verfahren der Wuchsstoffstimulation. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **59**, 32—44 (1941).

Es wird untersucht, ob durch vermehrte Bildung von Seitenwurzeln, insbesondere beim Umpflanzen gärtnerischer und landwirtschaftlicher Kulturgewächse, die Nährstoffaufnahme und das Sproßwachstum derselben durch die Darbietung von Wuchsstoffen an die Wurzeln gefördert werden kann. An Vicia Faba-Wurzeln wirken 0,001 mol Lösungen von $\alpha$-naphtylessigsaurem oder $\beta$-indolylessigsaurem K nach 3—24stündiger Behandlung so ein, daß bei Weiterkultur in Sägemehl nach 10 Tagen die Zahl der Seitenwurzeln gegenüber Kontrollen wesentlich erhöht ist. Wurde entsprechende Behandlung in Feldversuchen durchgeführt, so ließ sich Ertragssteigerung bei Weißkohl, Wirsingkohl, Rotkohl, Grünkohl, Blumenkohl, Tabak und Kohlrüben erzielen. Stiefmütterchen bildeten ferner eine bis zu 65% höhere Zahl von Blüten. Auch Ascorbinsäure wirkte besonders günstig, indem sie in jedem Falle Ertragssteigerung ergab, und nicht gelegentlich auch hemmend wie die oben erwähnten Substanzen bei ungenügender Dosierung. Kombinationen der oben erwähnten Stoffe wirken schlechter als beide für sich allein. Die Kombinationen von 0,002 mol Ascorbinsäure + 0,002 mol $\beta$-indolylessigsaures K + 0,005 mol Vitamin $B_1$ hat sich allen anderen Behandlungsweisen grundsätzlich und weitgehend überlegen erwiesen. Ullrich

**Blachly, Ch. D.,** A sectorial chimera in the Canna. (Eine Sektorialchimäre bei Canna.) Journ. of Heredity **31**, 453—454 (1940).

Es wird eine sektorial verschiedene Cannapflanze beschrieben. Die abweichend gestalteten Teile der Pflanze unterscheiden sich vom Normaltyp durch den Besitz eines roten Farbstoffes in den Stengeln, Blättern und Blüten. Neben grünen Blättern sind völlig rote und solche mit roten Sektoren verschiedener Ausdehnung vorhanden. Entsprechendes gilt für die Blütenblätter, die beim normalen Sektor gelb sind. Schmidt

**De Mol, Willem Eduard,** Fortgesetzte Untersuchungen betreffs somatischer Tulpenmutationen, welche sich durch frühe Blüte unterscheiden, nebst einer Betrachtung über die Ursachen ihres Entstehens. Gartenbauwiss. **16**, 70—89 (1941).

Seit 1910 sind in den holländischen Tulpenanbaugebieten öfter somatische Mutationen aufgetreten, die sich von der Ursprungssorte durch früheres Blühen unterscheiden. Solche Formen wurden entdeckt in Sassenheim (Frühere Murillo), Lisse (Frühere Triumphator, Oranje Nassau und Electra) und Wijdenes (Frühere Murillo und Bartigon). In der vorliegenden Arbeit wird über Treibversuche mit den Mutanten im Vergleich zu den Ausgangssorten und anderen Tulpensorten berichtet. Anschließend gibt der Vf. theoretische Erörterungen über die Ursachen des Auftretens somatischer Mutationen bei der Tulpe. Schmidt

**Dengler, A.,** Bericht über Kreuzungsversuche zwischen Trauben- und Stieleiche. (Quercus sessiliflora Smith und Quercus pedunculata Ehrh. bzw. Robur L.) und zwischen europäischer und japanischer Lärche (Larix euro-

paea D. C. bzw. decidua Miller und leptolepis Murray bzw. Kämpferi Sargent). Mitt. d. Hermann-Göring-Akademie der dtsch. Forstwissenschaft **1**, 87—109 (1941).

Durch 10 Jahre untersuchte Vf. die Kreuzbarkeit von Stiel- und Traubeneiche. Die große Variationsbreite der morphologischen Merkmale läßt auf eine weitgehende natürliche Kreuzbarkeit schließen. Die künstliche Befruchtung ergab bei St.-Ei. × Tr.-E. 4% und Tr.-E. × St.-Ei. 1% Ansatz, während St.-Ei. × St.-Ei. 29—61% und Tr.-Ei. × Tr.-Ei. 40 × 48% Ansatz hatten. Die Selbstungen gelangen mit 1—2%. Die Schlußfolgerung ist geringe Kreuzungsmöglichkeit in freier Natur. Die mangelhafte Trennung der Arten in den Saatkämpen beruht auf ungenügender Unterscheidung beim Einsammeln des Saatgutes.

Im zweiten Teil seines Vortrages wird die Heterosis bei Bastarden zwischen europäischer und japanischer Lärche bestätigt und Vf. wünscht die Gewinnung von Bastardsamen für praktische Zwecke. W. von Wettstein

**Dillewijn, G. van,** Ein Versuch über die Colchicinbehandlung von Reis. Landbouwkundig Tijdschrift **53**, 544—545 (1941) [Holländisch].

Als Ursache für die geringen mit der Colchicinmethode bei Gramineen erzielten Erfolge wurde angenommen, daß die Coleoptile das Eindringen der Colchicinlösung verhindert. Zur Prüfung dieser Annahme wurden die Coleoptilen vor der Behandlung teilweise entfernt. Als Versuchsobjekt diente Reis. Die Körner wurden zunächst 1/2 Stunde in einer Germisanlösung sterilisiert. Dann wurden sie für 6 Tage zur Keimung unter Wasser in einen Thermostaten von 27° C verbracht. Darauf wurden die Coleoptilen und jungen Blätter bis auf einen Rest von etwa 1 mm abgeschnitten. Die so behandelten Sämlinge kamen dann für 48 Stunden in eine 0,1 prozent. Colchicinlösung im Thermostaten von 31° C. Die aus der Colchicinbehandlung hervorgegangenen Pflanzen besaßen abnorm gestaltete Körner mit gröberen Haaren und längeren Grannen. Schmidt

**Huber, B.,** Pflanzenphysiologie. Ihre Grundlagen und Anwendungen. Leipzig: Quelle u. Meyer 1941. 144 S. RM 8,—.

Die Schrift ist bestrebt, das recht umfangreiche Gebiet der Pflanzenphysiologie in kurzer Form ihren Wesenszügen nach für Praktiker und Theoretiker in gleicher Weise anregend und nutzbar darzustellen. Dieser Versuch kann als weitgehend gelungen bezeichnet werden, denn die Darstellung beschränkt sich bewußt nicht nur auf die einseitige Behandlung der Grundlagen und andererseits auch nicht ausschließlich auf die Anwendungen der Pflanzenphysiologie, ohne die Grundlagen eingehend zu berücksichtigen. Das wird dem Leser bereits im ersten, der Ernährung gewidmeten Abschnitt klar, der von der mineralischen Ernährung ausgeht und deren Wirkung bis zu den theoretischen Erörterungen über die Ertragsgesetze und den praktischen Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Düngungsmaßnahmen erörtert, aber ebenso die Bodenreaktion und die physiologisch-ökologisch bedingte Pflanzenverteilung in geographischer Hinsicht nicht außer acht läßt. Ähnlich wird der Wasserhaushalt auch im Zusammenhange mit dem Mineralstofftransport dargestellt. Hierbei finden sich schon Ausblicke auf die Produktionsfaktoren der dann allerdings erst im II. Teile „Wachstum und Entwicklung" eingehender berührten Stoffproduktionsfragen. Diese sind leider nur für das Holz eingehender behandelt in den Abschnitten: „Wachstumsgesetze" und „Abhängigkeit des Wachstums von den Außenbedingungen". Keimung, Ruhen und Treiben, Blühen und Fruchten, Alter und Tod werden sowohl in theoretischer als auch in praktischer Hinsicht vortrefflich beleuchtet. Daß auch die Reizerscheinungen und deren neuzeitliche hormonalen Auswirkungen durch die praktische Anwendung der Wuchsstoffe nicht vernachlässigt wurde, ist eigentlich selbstverständlich. Da die Fragen der Fortpflanzung und Vererbung in der modernen Pflanzenphysiologie nicht nur durch viele äußerliche Berührungspunkte, sondern durch innere Gesetzmäßigkeiten mehr und mehr in den Vordergrund treten, wird

jeder Fachmann der Behandlung derselben im vorliegenden Buche zustimmen, zumal dabei physiologisch-ökologische Dinge oft besonders betont sind.

Das neue Buch unterscheidet sich also grundsätzlich von dem Molischschen Werke: „Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei." Es wird aber ebenso wie dieses, insbesondere auch durch die lebendige Sprache, eine weite Verbreitung erwarten können. In einer Neuauflage wird es ratsam, das Gärungskapitel in Loslösung vom Neubergschema neu zu fassen. Wenn der Referent noch eine Bitte allgemeiner Art hier zum Ausdruck bringen darf, so wäre es die, die Anwendungen der Pflanzenphysiologie im Sinne Boysen-Jensens für die Stoffproduktion ausführlicher darzustellen. Dann wird auch durch Berücksichtigung der physiologischen Variationsbreite, etwa bezüglich des Boden-ph usw. die Berechtigung der gemeinsamen Darstellung von Physiologie und Vererbung insbesondere als Grundlage der Züchtung weiterhin erhöht werden. Ullrich

**Klapp, Ernst,** Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. Berlin: Paul Parey 1941. IX, 366 S. u. 169 Abb. Geb. RM 13,20.

In knapper Form werden in dem vorliegenden Buch die Lehrgebiete des Acker- und Pflanzenbaues behandelt. In zwei Hauptteilen werden erst die ackerbaulichen Grundlagen und anschließend Anbau und Nutzung der Kulturpflanzen beschrieben. Ausgehend vom Klima, über Boden und seine Nutzeigenschaften, Nährstoffe und Düngung, Fruchtfolge und Bodenbearbeitung, Saat und Pflege wird alles Wesentliche in kurzgefaßter Form mit geschickt gewählten Abbildungen dargestellt. Bei den Nutzpflanzen wird über Getreide, Hülsenfrüchte, Ölfrüchte, Hackfrüchte, Faserpflanzen, Gemüse- und Futterpflanzen ebenfalls in knapper, übersichtlicher und erschöpfender Darstellung berichtet. Bei der Art, die für die Darstellung des Acker- und Pflanzenbaues gewählt ist, wäre es zweckmäßig, ein Literaturverzeichnis einzufügen, damit diejenigen, die sich mit dem einen oder anderen Teil des Stoffes näher befassen wollen, Gelegenheit haben, in Spezialwerken nachzuschlagen. Husfeld

**Köhler, E.,** Über die Variabilität und Mutabilität pflanzenpathogener Virusarten, dargestellt am Kartoffel-X-Virus und am Tabakmosaikvirus (Sammelbericht). Biol. Zentralbl. **61**, 298—328 (1941).

Die prinzipiellen Aufschlüsse über die Variabilitätserscheinungen bei den pflanzenpathogenen Viren sind fast ausschließlich am Kartoffel-X-Virus und am Tabakmosaikvirus gewonnen worden. Beide Virusarten konnten aus den Preßsäften der kranken Pflanzen rein dargestellt und als Nukleoproteine bestimmt werden. Viren mit einer Reihe gemeinsamer grundlegender Eigenschaften werden zur systematischen Einheit der Virusart zusammengefaßt. Stämme einer Virusart werden durch Abimpfung aus verschiedenen kranken Objekten gewonnen. Ein Stamm kann aus verschiedenen Varianten zusammengesetzt sein, nicht zusammengesetzte Stämme werden als Linie bezeichnet. Die experimentelle Isolierung von Linien beruht darauf, daß mit einzelnen Elementarteilchen des Virus Infektionen hervorgerufen werden. Eine durch Vermehrung eines Einzelteilchens gewonnene Linie ist mit größter Wahrscheinlichkeit homogen. Die Isolierung von Linien bei Virusarten, die sich mit Saft übertragen lassen und an den Infektionsstellen Einzelherde hervorrufen, ist verhältnismäßig einfach. Verursacht die Virusart Allgemeinsymptome, so verdünnt man den filtrierten frischen Saft entsprechend mit Wasser, so daß er höchstens an einem Drittel der beimpften Pflanzen Infektionen verursacht. Diejenigen Pflanzen mit einheitlichem Krankheitsbild liefern die Säfte zur Anlage von neuen Verdünnungskulturen, aus denen dann die Linien in der Regel in reiner Form abgeimpft werden können. Die Linientrennung von Virusarten, die mit dem Saft nicht übertragbar sind, ist nur möglich unter Benutzung von einzelnen Individuen einer als Überträger geeigneten Insektenart. Die Feststellung der Differenz oder Identität zweier Viruslinien kann häufig nur in wiederholten Versuchen unter Variierung der Außenbedingungen durch den Vergleich von gleichzeitig beimpften Pflanzenserien erbracht werden. Eine hochgradige

Differenzierung tritt beim X-Virus am offenkundigsten in Erscheinung. Es können mindestens zwei Untergruppen aufgestellt werden, und zwar die $X^E$-Gruppe, deren Stämme bei 75° inaktiviert werden, und die $X^N$-Gruppe mit einer Inaktivierung bei 68° C. Beim X-Virus sind nach den Untersuchungen des Vf. mit Sicherheit 40 verschiedene Linien vorhanden, eine Zahl, die sich aber noch beträchtlich erhöhen läßt. Die einzelnen Varianten des Tabakmosaikvirus lassen sich in Grün- und Gelbstämme unterteilen. Die Zahl der beim TM-Virus isolierten Linien ist nicht geringer als beim X-Virus. Zum TM-Virus sind auch die sehr ähnlichen Gurkenmosaikviren Nr. 3 und 4 zu rechnen, obgleich sie die Tabakpflanze nicht zu befallen vermögen. Die Variationsrichtung der Viren kann sich auf die Intensität oder auf die Qualität der Symptome beziehen. Nicht weniger häufig als diese beiden Möglichkeiten tritt auch der Fall auf, daß Itensität und Qualität gleichzeitig abgeändert werden. Zwischen den einzelnen Virusstämmen bestehen in der Neigung zur Bildung von Varianten auffällige Unterschiede, die auch von seiten der Wirtsspecies bzw. -rasse entscheidend beeinflußt werden. Neue Varianten können auch außerhalb der lebenden Pflanze, in vitro, entstehen. Durch Erhitzen des Preßsaftes von X-kranken Tabakpflanzen wurde mit der Erhöhung der Temperatur eine gesteigerte Variantenbildung festgestellt. Serologische Unterschiede konnten mit der Präzipitinreaktion zwischen verschiedenen Stämmen des TM-Virus und des Kartoffel-X-Virus aufgedeckt werden. Auch durch chemisch-physikalische Methoden lassen sich Differenzen zwischen einzelnen Linien erfassen. Es wurden sogar Hinweise erbracht, daß die Differenz zwischen dem TM-Virus und seinen Mutanten wahrscheinlich auf quantitativen oder qualitativen Veränderungen im Nukleinsäureanteil des Virusmoleküls begründet sind. Virus und Gen haben viele übereinstimmende Eigenschaften. Beide sind eiweißartiger Natur und besitzen die Fähigkeit der Selbstreproduktion und Mutation. Stelzner

**Koller, Gottfried,** Hormone. (Sammlung Göschen Bd. 1141.) Berlin: Walter de Gruyter & Co. 1941. 144 S. Geb. RM 1,62.

In dem vorliegenden kleinen Büchlein wird ein Überblick über das stark in Entwicklung begriffene Gebiet der Hormonforschung gegeben. Wichtige Tatsachen werden in knapper, aber doch leichtverständlicher Form dargestellt. Einleitend werden die Grundzüge der Hormonphysiologie beschrieben, um anschließend im Hauptteil auf die Hormone bei höheren Pflanzen, bei wirbellosen Tieren, bei Wirbeltieren und beim Menschen einzugehen. Bei den Pflanzen werden insbesondere Wuchsstoffe, Blühhormone als genabhängige Wirkstoffe und genbedingte Phytohormone behandelt. Die Darstellung gibt einen guten Überblick über Wesen und Tätigkeit der Hormone, wobei die biologische Seite der Hormonphysiologie besonders betont wird. Husfeld

**Lang, A.,** Über die Bedeutung von Licht und Dunkelheit in der photoperiodischen Reaktion von Langtagpflanzen. Vorl. Mitt. (Aus der Arbeitsstätte für Virusforsch. d. Kaiser Wilhelm-Inst. f. Biochemie u. Biol., Botan. Abt. [Dr. G. Melchers], Berlin-Dahlem). Biol. Zentralblatt **61**, 427—432 (1941).

Melchers und Lang hatten für die Pflanzen der zweijährigen Rasse von Hyoscyamus niger nachgewiesen, daß die Blütenbildung primär unabhängig von der Tageslängeninduktion und die Wirkung der Tageslänge auf eine an Dunkelheit gebundene Hemmung sekundärer Natur zurückzuführen ist, die in den Blättern ihren Ursprung hat. Es war nun festzustellen, wie einjährige Langtagformen dieser Pflanzen sich verhalten, um den Einfluß der Zweijährigkeit auf die Reaktion zu klären, bzw. auszuschließen. In der Tat erwies sich, daß bei der einjährigen Rasse beblätterter und entblätterter Exemplare unter entsprechender Tageslängenbehandlung eine Gegeninduktion durch Kurztag auch bei längerer Einwirkung nicht statthat, und daß die oben formulierten Ergebnisse ebenso wie für die zweijährig-kältebehandelten Pflanzen auch für die einjährigen Pflanzen gelten. Die Kurztaghemmung der Blütenbildung kann bei einjährigen Pflanzen auch durch

tiefe Temperaturen aufgehoben werden. Diese Tatsache bedeutet, daß die für die photoperiodische Reaktion bei Hyoscyamus entscheidende Hemmwirkung der Dunkelheit temperaturabhängig ist, wie das für andere Pflanzen schon von Roberts und Struckmeyer festgestellt wurde. Diese Temperaturreaktion erscheint vorläufig verschieden von der Kältewirkung bei zweijährigen Formen, die man als Vernalisation ansprechen kann. Hier wirkt die Kältebehandlung als ein unerläßlich spezifischer Faktor, der erst späterhin bei entsprechender Tageslängenbehandlung in Erscheinung tritt. Bei der einjährigen Pflanze beseitigt die niedere Temperatur aber eine sekundäre Hemmwirkung einer bei höherer Temperatur für die Blütenbildung nicht zusagenden Tagesperiode. H. Ullrich

**Libowitzky, Josef,** Beachtenswertes bei der Züchtung von Cyclamen persicum. Gartenbauwiss. **16**, 4—11 (1941).

Nach einem kurzen Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Cyclamenzüchtung stellt der Vf. die wichtigsten Zuchtziele bei Cyclamen persicum heraus. Bei der Auslese der Eliten ist bisher von den Züchtern noch zu wenig auf den Bau der Blüte und kräftige Stiele geachtet worden. Bei Cyclamen kann man einen hohen breiten und einen Blütentyp unterscheiden. Daneben gibt es zahlreiche Übergangstypen, und der Züchter muß hier auf wohl proportionierte Formen auslesen. Auf Grund von Messungen stellte der Vf. fest, daß sich ein schöner Aufbau der Blüte nur dann ergibt, wenn Höhe und Breite der Blütenblätter in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen. Ferner wurde festgestellt, daß man gefüllte Blüten schon beim Öffnen der Knospen daran erkennen kann, daß zuerst fünf Blütenblätter in Form von Spitzen austreten. Auch bei der Züchtung gefüllt blühender Cyclamen ist der Schönheit der Gesamtform der Blüte mehr Beachtung zu widmen. Schmidt

**Liese, J.,** Beiträge zur vegetativen Vermehrung von Forstgewächsen. Forstarchiv **17**, 83—88 (1941).

Die vegetative Vermehrung hat für den praktischen Forstbetrieb insoweit einen Vorteil, als man so genetisch gleiche Individuen in beliebiger Zahl erhalten kann. Die Schwierigkeit liegt aber in der Änderung des Wurzelsystems. So bildet z. B. eine Rüster bei Vermehrung durch Wurzelbrut keine Pfahlwurzel, sondern ein horizontal verlaufendes Wurzelsystem. Durch Verwendung von Wuchsstoffen hat die vegetative Vermehrung von forstlich wichtigen Pflanzen einen neuen Auftrieb bekommen. Vf. zeigt, daß besonders günstige Erfolge in bezug auf Bewurzelungsart bei Stecklingen zu verzeichnen sind, die sich von Natur aus vermehren lassen. Die Bewurzelung bei nicht leicht vegetativ vermehrbaren Bäumen ist zwar noch nicht befriedigend, zeigt aber, daß wir auf dem richtigen Wege sind. W. v. Wettstein

**Melchers, G.,** und **A. Lang,** Weitere Untersuchungen zur Frage der Blühhormone. (Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem.) Biol. Zentralblatt **61**, 16—39 (1941).

Auf Grund von Pfropfungen einjähriger Hyoscyamus niger-Pflanzen als Reiser auf zweijährige kommen unter den Bedingungen des Kurztages letztere nicht zur Blüte. Dieses Ergebnis macht die von Melchers 1939 formulierte Vorstellung zweier Blühhormone, nämlich das in seiner Bildung kälteabhängige Vernalin und das in seiner Bildung photoperiodisch induzierte Florigen, unwahrscheinlich. Da Einfluß von Kälte und Tageslänge bisher nicht trennbar sind, wird diese Hypothese „in ihrer ursprünglichen Form“ nicht aufrechterhalten. Mit Blättern und Sprossen des einjährigen Hyoscyamus niger sowie Nicotiana silvestris, beide typische Langtagpflanzen, läßt sich bei Aufpfropfung auf die Kurztagpflanze Nicotiana tabacum „Maryland-Mammut“ mit Sicherheit eine Blütenbildung hervorrufen. Dagegen versagen Reiser von zweijährigen Hyoscyamus in diesem Falle im ersten Jahr. Blätter der tagneutralen Tabakrassen „Java“ und „Samun“ ergaben keine Blüten-

bildung, während Sprosse als Reiser gelegentlich eine solche zur Folge hatten. Ferner wurden vergebliche Versuche angestellt, um aus blühfähigen Hyoscyamus und Xanthium Extrakte zu gewinnen, die in nichtblühfähigem Testmaterial — auf verschiedene Methoden insbesondere an Hyoscyamus appliziert — die Blütenbildung induzieren sollten. Desgleichen konnten mit wäßrigen Extrakten aus Crocusnarben an Isariagerstenpflanzen (nach Ullrich) keine Effekte erzielt werden, die eine Förderung des Überganges in ihre produktive Phase andeuten.

Ullrich

**Meyer, G.**, Zellphysiologische und anatomische Untersuchungen über die Reaktion der Kartoffelknolle auf den Angriff der Phytophthora infestans bei Sorten verschiedener Resistenz. Arb. Biol. Reichsanst. **23**, 97—132 (1939).

Bezüglich der Ursache der Phytophthoraresistenz wurde bisher trotz vielseitiger Untersuchungen keine endgültige Klärung erzielt. Vf. führt eine eingehende Analyse des Krankheitsprozesses bei anfälligen Kultursorten und resistenten Müllerschen W-Sorten durch. Im einzelnen muß auf die sehr gründliche Arbeit verwiesen werden. Zusammenfassend kommt er zu folgendem Resultat, das im wesentlichen die Untersuchungsergebnisse des Ref. an Wildformen bestätigt: Es bestehen keine grundsätzlichen Unterschiede in der Reaktion anfälliger und resistenter Knollen, vielmehr nur solche gradueller Natur. Der Umwandlungsprozeß der befallenen Zellen führt bei den anfälligen Sorten viel langsamer als bei den resistenten zum Todzustand. Bei diesen ist der „Reaktionsweg" abgekürzt. Die in den abgestorbenen Zellen zu beobachtenden tiefbraun gefärbten Stoffe werden als „Oxydationsprodukte von Verbindungen mit Gerbstoffcharakter" angesehen. Die hochresistenten reagieren sogar mit Bildung dieser toxischen Stoffe in solchen Zellen, die den eigentlich befallenen benachbart liegen. Lehmann

**Nicolaisen, W.**, Probleme des Anbaues und der Züchtung von Raps und Rübsen. Forschungsdienst **11**, 286—299 (1941).

Im ersten Teil der Arbeit führt Vf. die wichtigsten Probleme des Anbaus von Raps und Rübsen an, um dann auf die Fragen der Züchtung einzugehen. Am vordringlichsten ist die Schaffung winterfester Sorten und solcher mit nichtplatzenden Schoten. Die zur Zeit vorhandenen Sortimente zeigen eine recht unterschiedliche Winterfestigkeit, und auch hinsichtlich der Platzfestigkeit konnten schon Fortschritte erzielt werden. Von Wichtigkeit ist auch die Züchtung frühreiferer Sorten, da sie nicht so unter den Schädigungen des Rapsglanzkäfers zu leiden hätten und betriebswirtschaftliche Vorteile bringen würden. Zur Minderung der durch Rapsglanzkäfer hervorgerufenen Schäden würden weiter Sorten mit guter Regenerationsfähigkeit beitragen. Weitere Aufgaben für die Züchtung liegen in der Schaffung ölreicherer Sorten, und beim Raps von Sorten, die spätere Aussaat vertragen. Beim Sommerraps ist besonders eine Verbesserung der Erträge anzustreben.

Schröck

**Opitz, K., E. Tamm, K. Wiese, H. v. Knobelsdorff,** und **W. Grohnwald,** Erfahrungen und Versuche über Düngung, Anbau und Ernte der gelben Süßlupine. Ldw. Jahrb. **90**, 759—792 (1940).

Die Ergebnisse wurden auf dem Versuchsgut Thyrow (Kreis Teltow) auf sehr leichtem, fast humusfreiem, mehr oder weniger stark saurem Sandboden mit Hochzuchtsaatgut in den Jahren 1937, 1938 und 1939 erzielt. Besonders die Jahre 1937 und 1938 mit ihren mäßigen bzw. schlechten Erträgen lassen Schlüsse zu, auf züchterisch zu bearbeitende Mängel. Die starke Reaktionsart der Lupine auf klimatische Einflüsse wird besonders herausgestellt. Für die mittlere Keimtemperatur und die Auflaufdauer sowie die Wachstumsdauer einerseits und Wüchsigkeit und Ertrag andrerseits wurden Beziehungen festgestellt. Das Kalibedürfnis der gelben Süßlupine wurde etwa genau so hoch befunden wie das des

Roggens. Durch ihre Möglichkeit schwerlösliche Phosphate nutzbar zu machen, kann bei der Lupine Phosphorsäuredünger gespart werden. In den Saatzeitversuchen 1939 erwies sich die gelbe Süßlupine als Langtagpflanze. Weitere Versuche erstreckten sich auf Pflegemaßnahmen und Erntemethoden. Die Prüfung von Gründüngungsstoppelsaaten beim Abschluß der Vegetation ergab für spätere Aussaaten einen prozentual höheren Stickstoffgehalt als bei früheren. Die Gemengesaatversuche mit Sommerroggen und Hafer lieferten in den verschiedenen Jahren je nach Witterungsverlauf verschiedene Erträge. Die Lupine erwies sich hier als relativ dürreverträglich, die Getreidearten vergleichsweise als relativ kälteverträglich. Auf die starke Schädigungsmöglichkeit durch den Pilz Fusarium oxysporum, der mit Kunstmist aus Lupinenstroh übertragen werden kann, wird abschließend hingewiesen. Troll

**Rathlef, H. v.,** Rosen der Deutschen Hindukuschexpedition 1935. Gartenbauwiss. **16**, 51—69 (1941).

Das von der Deutschen Hindukuschexpedition 1935 mitgebrachte Rosenmaterial war von Frau Haase-Bessell auf Grund nur 3jähriger Beobachtung voreilig als einheitlich zur Spezies Rosa gymnocarpa Nutt. gehörend bezeichnet worden. Eine Bestimmung der Gymnocarpa-Rosen ohne Berücksichtigung der Fruchtmerkmale ist aber gar nicht möglich. Der Vf. stellte fest, daß die im Sangerhausener Rosarium ausgepflanzten, bisher zum Fruchten gekommenen Sammelnummern durchaus nicht einheitlich und Vertreter der Gruppe Gymnocarpae sind. Es handelt sich vielmehr um Formen der Sektion Eglanteriae aus der Gruppe Pimpinelli-Suavifoliae, und die bisher geblüht habenden Pflanzen dürften zu R. Webbiana gehören. Weitere Ausführungen des Vf. diskutieren Einzelheiten aus der Haase-Bessellschen Arbeit, vor allem in der Unterlagenfrage. Schmidt

**Rauh, Werner,** Morphologie der Nutzpflanzen. Leipzig: Quelle u. Meyer 1941. 222 S. u. 203 Abb. Geb. RM 13,—.

Eine Zusammenstellung der Morphologie unserer Kulturpflanzen fehlte bisher in unserer Fachliteratur. Es ist daher zu begrüßen, daß der Vf. sich der Mühe unterzogen hat, die morphologischen Eigenarten unserer wichtigsten Nutzpflanzen darzustellen. In dem ersten Teil des Werkes legt der Vf. die Grundbegriffe der Morphologie klar, in dem zweiten, speziellen Teil werden die vom Menschen genutzten Organe und Teile der Pflanzen im einzelnen besprochen. Eine große Zahl von guten Abbildungen ergänzen den Text in ausgezeichneter Weise. Einige Unrichtigkeiten und Mängel, wie z. B. die Angabe, daß man aus Rhabarberblättern Spinat bereiten könne, daß die Erträge des Weizen-Roggen-Bastards über denen der Eltern liegen können, die Anführung der Triticumarten ohne Berücksichtigung der phylogenetischen Zusammenhänge usw. werden bei einer Neuauflage hoffentlich beseitigt werden. Das schöne Buch wird in der Landwirtschaftswissenschaft wie in der Lehrerschaft hoffentlich die wohlverdiente Verbreitung finden. Schwanitz

**Reinmuth, E., und C. Engelmann,** Versuche über die Kartoffelnematodenanfälligkeit verschiedener Tomatensorten. Forschungsdienst **11**, 385—387 (1941).

Der Kartoffelstamm des Nematoden Heterodera Schachtii Schmidt vermag ohne weiteres auf Tomatenwurzeln überzugehen. Diese Tatsache ist von großer praktischer Bedeutung, wenn Tomaten auf kranken Kartoffelböden zum Anbau gebracht werden. Bei den befallenen Tomaten sind Wurzelverdickungen und ein meistens von der Spitze ausgehendes vorzeitiges Absterben der Wurzeln zu erkennen. Die Folgen dieser Schädigungen sind ungenügende Entwicklung der Pflanzen sowie der Früchte. Durch Anbauversuche wurde die Frage der Sortenanfälligkeit geprüft, wobei im Durchschnitt von drei Jahren die Sorte „Golden Queen" den geringsten Zystenbesatz aufwies. Eine Reihe von Sorten der Reichs-

liste wurde ferner einer zahlenmäßigen Prüfung auf Nematodenbefall unterzogen. Zu diesem Zwecke wurden die Tomaten in Mitscherlich-Gefäßen ausgepflanzt, die mit stark nematodenverseuchter Erde gefüllt waren. Bei diesen Versuchen waren stark befallen die Sorten: „Lukullus“, „Condine red“, „Erste Ernte“ und „Immun“, mäßig befallen: „Bonner Beste“, „Rheinlands Ruhm“ und „Frühröte“, schwach befallen: „Sieger“ und „Überreich“. Obgleich die Unterschiede im Nematodenbesatz einwandfrei nachgewiesen werden konnten, standen die Entwicklung der Pflanzen und ihre Erträge in keinem unmittelbaren Verhältnis zu den festgestellten Zystenzahlen. Es muß neben der unterschiedlichen Eignung für die Nematodenvermehrung bei den einzelnen Tomatensorten noch eine verschiedene „Nematodenempfindlichkeit“ vorliegen. Die Klärung der Frage nach der Kartoffelnematodenanfälligkeit der Tomate wird durch diese Feststellung noch erschwert, so daß die Aussichten für die Züchtung nematodenimmuner Tomatensorten anscheinend nur gering sind. Stelzner

**Rohmeder, E.,** Die Vermehrung der Pappeln durch Samen. Forstarchiv **17**, 73—80 (1941).

Vf. gibt im ersten Teil ein kurzes Sammelreferat über die Ernte und Aussaat von Pappelsamen, aus dem hervorgeht, daß die größere Sicherheit für ein gutes Auflaufen des Samens ausgeriebenes Saatgut bietet. Trockenheit und Lichtmangel schädigen das Wachstum. Im zweiten Teil sind eigene Versuche des Vf. über die Lebensdauer des Pappelsamens. Die Versuche werden mit Samen von Populus nigra gemacht, was einige Widersprüche mit Arbeiten anderer erklärt, die mit Populus tremula Versuche durchführten. Die Ergebnisse sind, daß reiner Samen (frei von Wolle) bei +2 bis +4 C je nach Trockenheit des Samens mehrere Monate gute Keimfähigkeit behält. In luftverdünntem Raum (Flaschen) behält der Samen bis zu 1 Jahr die Keimfähigkeit. Pappelsamen in der Wolle läßt sich mehrere Monate gut aufheben, wenn zur Zeit der Reife ein Feuchtwerden vermieden wird. W. v. Wettstein

**Rubner, K.,** Die Ergebnisse zehnjähriger Lärchenherkunftsversuche im Erzgebirge. Tharandter Forstl. Jahrb. **92**, H. 1/3, 15—48 (1941).

Die Untersuchungen über die Jugendwüchsigkeit von verschiedenen Lärchenherkünften lassen erkennen, daß in dem für Lärche nicht natürlichen Verbreitungsgebiet die Sudetenlärche und Wienerwaldlärche die größte Wuchsleistung besitzen. Die Herkünfte aus Polen lassen eine Widerstandsfähigkeit gegen Frühjahrstrockenheit erwarten. Die Alpenherkünfte sind sehr unterschiedlich in ihrem Aufwuchs und geben, wenn auch im allgemeinen der Cieslarsche Versuch mit der Abnahme der Wüchsigkeit mit zunehmender Höhenlage sich bestätigt, doch einen Beweis dafür, daß in den Zentralalpen auch raschwüchsige Herkünfte vorkommen. Die Vergleichspflanzungen in den verschiedenen Höhenlagen im Verbreitungsgebiet der Sudetenlärche zeigen ein starkes Nachlassen der Wüchsigkeit auch der guten Formen. Der Austrieb der hochalpinen Lärche erfolgt etwa 8 Tage früher als der aller anderen Herkünfte. Über Krebs und Zweigdürre liegen noch keine Erfahrungen vor. W. v. Wettstein

**Sartorius Otto,** Vererbungsstudie an der Weinrebe mit besonderer Berücksichtigung des Blattes. Gartenbauwiss. **16**, 12—23 (1941).

Dem Rebenblatt hat seit längerer Zeit das besondere Interesse des Ampelographen gegolten. Es ist daher zu begrüßen, wenn Vf. es unternimmt, das Blatt in seine einzelnen Formelemente zu zerlegen und diese jeweils einer genetischen Studie zu unterziehen, zumal eine Verbindung mit der Vererbungsforschung nach Auffassung des Ref. sich sicherlich in verschiedenster Beziehung günstig auf die Ampelographie auswirken müßte. Vf. untersucht die Vererbung der Blattstiellänge, der Blattgröße, des Blattbreitenwachstums, der Größe der Nervenwinkel, der Buchtentiefe, der Ausbildungsstärke der zweiten Seitenbucht, der Buchtenform, der Blattoberfläche und der Zahnung des Blattrandes, sowie der Blatt- und Trieb-

spitzenbehaarungen in erster Linie in Vitis vinifera-Selbstungspopulation. Hierbei ließen sich einige Korrelationen feststellen, z. B. in der Selbstungspopulation der Vinifera-Kulturrasse Sylvaner, die sich so in eine Reihe verschieden fruchtbarer Habitustypen aufteilen ließ. Scherz

**Scherz, Wilhelm,** Die Mutationen der Rebe, ihre Bedeutung und Auswertung für die Züchtung. Wein und Rebe **22**, 73—86 (1941).

Die vorliegende Abhandlung über die Bedeutung der Mutationen, insbesondere der somatischen, für die Rebenzüchtung lehnt sich an einen Vortrag des Vf. auf einer Rebenzüchtertagung an. Die bisher nach Stockgewichtsunterschieden vorgenommene Klonenauslese bei der Rebe ist nichts anderes als Auslese somatischer Mutationen gewesen. Der Vf. hat es sich zur Aufgabe gemacht, eine derartige Auslese auch auf andere, vor allem wirtschaftlich wichtige Merkmale der Rebe auszudehnen und zu prüfen, wieweit die somatische Mutation Bedeutung für die züchterische Verbesserung der Weinrebe besitzt. Es ist bereits eine ganze Reihe von Fällen somatischer Mutationen morphologischer Merkmale bei der Rebe bekannt. So weist der Vf. vor allem eingehend auf eine schwach behaarte Mutante der sogenannten Müllerrebe hin sowie auf großtraubige und großfrüchtige Mutanten des Moselrieslings, die sich bei der zytologischen Untersuchung als tetraploid auswiesen. Der Vf. fordert eine systematische Sammlung aller in den deutschen Weinbaugebieten aufgetretenen und neu auftretenden Abänderungen der Rebe, soweit sie von irgendwelcher züchterischen Bedeutung sein könnten. Schmidt

**Schiemann, Elisabeth,** Die Getreidefunde der neolithischen Siedlung Trebus, Krs. Lebus/Mark. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. **58**, 446—459 (1940).

Die bei der Ausgrabung einer neolithischen Siedlung in Trebus bei Fürstenwalde gefundenen Getreidekörner wurden von der Vf. einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Es handelt sich um den einzigen größeren Körnerfund aus der jüngeren Steinzeit, der in der Mark Brandenburg gemacht wurde. Die Bestimmung der Körner ergab ihre Zugehörigkeit zu folgenden Getreidenarten: Triticum dicoccum (Emmer), als neu für Norddeutschland Hordeum polystichum murinum sanctum (6zeilige bespelzte Gerste), Hordeum murinum (Mäusegerste). Die von anderer Seite als Einkornsamen angesehenen Körner wurden auf Grund der Untersuchung als Körner von Triticum dicoccum erkannt. Auch ein Same der Kornrade (Agrostemma Githago) wurde gefunden. Schmidt

**Schmeil-Seybold,** Lehrbuch der Botanik. 50. erweiterte Aufl. II. Bd. Leipzig: Quelle u. Meyer 1941. 303 S. u. 295 Abb. RM 8,—.

Der zweite Teil der neubearbeiteten Jubiläumsausgabe des bekannten Lehrbuchs ist eine kurzgefaßte Darstellung der allgemeinen Botanik. Auf verhältnismäßig knappem Raum werden die wesentlichsten Tatsachen der Zell-, Gewebelehre und Anatomie, der Physiologie, Genetik und Pflanzengeographie behandelt. Die klare Übersichtlichkeit der Darstellung und die guten Abbildungen lassen das Buch als einen ausgezeichneten Abriß der allgemeinen Botanik erscheinen. Angesichts des Fehlens brauchbarer nicht zu umfangreicher Lehrbücher der Botanik, wird dieser Band noch mehr als der erste ein ausgezeichnetes Hilfsmittel für den Studierenden sein. Schwanitz

**Schmidt, M.,** Untersuchungen über den züchterischen Wert von Sämlingen der Kirschpflaume, Prunus cerasifera Ehrh. Gartenbauwiss. **15**, 247—311 (1940).

Aus Samenmaterial, das E. Baur 1926 aus Anatolien mitbrachte, stehen in Müncheberg 30 Sämlinge der Kirschpflaume Prunus cerasifera in Beobachtung. Das Material stammt aus drei verschiedenen Klimazonen. Die Unterschiede im Habitus sind sehr stark. Vier Sämlinge weisen deutliche Merkmale von P. domestica auf und werden deshalb als „Domesticoide" bezeichnet. Eine große

Mannigfaltigkeit hinsichtlich Größe, Form und Farbe besteht bei den Früchten. Die Steinlöslichkeit ist meist schlecht, in zwei Fällen allerdings sogar sehr gut. Ein Teil der Früchte eignet sich vorzüglich zur Kompottbereitung, im allgemeinen bleibt der Geschmack aber weit hinter dem der Domesticasorten zurück. Die Ertragsfähigkeit ist, bei starken Schwankungen innerhalb der Sämlinge selbst, im Durchschnitt erheblich höher als bei unseren Pflaumen- und Zwetschensorten. Die meisten Sämlinge sind sehr frühblühend, dabei sind die Blütenorgane bemerkenswert widerstandsfähig gegen Spätfröste. Bei nicht unbeträchtlichen Unterschieden in der Reifezeit zwischen den einzelnen Sämlingen können sie doch insgesamt im Vergleich mit P. domestica als früh bis mittelfrüh reifend bezeichnet werden. Selbststerilität scheint vorherrschend zu sein, doch wurde auch schwache Selbstbefruchtung ohne nachteilige Inzuchtswirkung auf die daraus hervorgehenden Sämlinge erzielt. Hinweise für echte Intersterilität sind ebenfalls vorhanden. Umfangreiche Kreuzungen mit Kultursorten von P. domestica ergaben in 4 Versuchsjahren nur schwachen und sehr unterschiedlichen Ansatz und führten zu nur drei lebensfähigen Sämlingen. Aus Kreuzungen mit der Trifloragruppe wurden dagegen zahlreiche kräftige Pflanzen gewonnen. Unter den Nachkommen aus Kreuzung der Cerasiferasämlinge untereinander fanden sich einige Zwillinge, die jedoch gewöhnlich ungleich waren. Die meisten Cerasiferasämlinge besitzen morphologisch normalen Pollen mit guter Keimfähigkeit. Von den 4 „Domesticoiden" sind zwei völlig pollensteril, die anderen beiden enthalten Pollenkörner verschiedener Größe in den sich nicht öffnenden Antheren. Vorbehaltlich einer noch zu erbringenden cytologischen Bestätigung wird angenommen, daß es sich bei den beiden letzteren um triploide Typen ($2n = 24$) handelt, die durch Kreuzung von P. cerasifera ($2n = 16$) mit P. spinosa ($2n = 32$) entstanden sein könnten. Einige der untersuchten Sämlinge lassen sich unter bestimmten Verhältnissen wahrscheinlich schon unmittelbar in den Anbau einführen. Erfolgversprechend erscheint aber auch eine züchterische Kombination der auf die einzelnen Sämlinge verteilten, zum Teil äußerst wertvollen Eigenschaften zu sein. Als aussichtsreichster Weg für die Verbindung der günstigen Eigenschaften der Cerasiferasämlinge mit den wertvollen Kulturmerkmalen von P. domestica wird die Zwischenkreuzung mit P. spinosa mit nachfolgender Chromosomenverdoppelung ($2n = 48$) angesehen. Leider hat der Winter 1939/40 auch die Cerasiferasämlinge schwerst geschädigt, wobei die 4 „Domesticoiden" sich verhältnismäßig am widerstandsfähigsten zeigten.

Gruber

**Snyder, E., and F. N. Harmon,** „Synthetic" Zante currant grapes. Breeding investigations indicate possible origin, and point way toward production of new varieties. (Synthetisch erzeugte Zante-Korinthen-Varietät. Züchtungsforschung deckt möglichen Ursprung auf und zeigt einen Weg zur Erzielung neuer Varietäten.) J. Hered. **31**, 315 (1940).

Die Rebenkulturrasse „Zante-Korinthe" ist parthenokarp und völlig samenlos im Gegensatz zu einem anderen Typ „kernloser" Reben, die nach Befruchtung eine ± starke Entwicklung allerdings weich bleibender Samen aufweisen. Die Zante-Korinthe ist bereits im Jahre 75 v. d. Z. erwähnt worden. Ihr Ursprung liegt im völligen Dunkel. Neue samenlose Formen vom gleichen Typ, die der Zante-Korinthe sehr ähneln, wurden bei den Rebenzüchtungsversuchen in Fresno, Kalifornien, entwickelt. Eine dieser Formen entstand durch somatische Mutation aus der Kulturrasse Muskat von Alexandrien, während eine Anzahl anderer aus systematischen Kreuzungen hervorging. Die erwähnte Mutante war im ganzen gesehen robuster, sie hatte um 29% kürzere Internodien als der Ausgangstyp, und ihre Blätter waren dicker und glänzender, die Blattstiele um 24% kürzer. Die Blätter der Mutante waren bei etwa gleichen Größenverhältnissen der Blattspreiten infolge größerer Dicke durchschnittlich um 14% schwerer, ihre Beeren waren bedeutend kleiner und zeigten eine andere Form als die des Ausgangstyps. Der Muskatgeschmack wurde in unveränderter Form beibehalten. Trotz dieser habituellen Veränderungen handelt es sich bei der Mutante auf Grund zytologischer Untersuchungen von Wurzel-

spitzen um einen Diplonten. — Vf. besprechen sodann eine Reihe von $F_1$-und $F_2$-Kreuzungen, aus denen weitere parthenokarpe kernlose Typen herausspalteten. Hierbei zeigte sich, daß in 15 verschiedenen Selbstungspopulationen von 150 zur Fruktifikation gelangten $F_2$-Sämlingen 16 Individuen parthenokarp waren. Scherz

**Straub, J.,** Die Nachkommenschaft der tetraploiden Antirrhinum majus Sippe. (Vorl. Mitt.) Ber. dtsch. bot. Ges. **59**, 110—113 (1941).

Es wurden die Nachkommen aus Selbstung einer eutetraploiden Pflanze untersucht, die ihrerseits wieder der $F_3$ einer Colchicin-induzierten Tetraploiden der Sippe 50 von Autirrhinum majus entstammte. 77% der Pflanzen waren gut pollenfertil und wurden deshalb ebenfalls als eutetraploid angesehen. Die zytologische Untersuchung der restlichen Pflaumen ergab, daß diese aneuploid waren, wenn auch einige 32-chromosomige gefunden wurden, bei denen sich aber offenbar fehlende und zusätzliche Chromosomen die Waage hielten. Die meisten der untersuchten Aneuploiden wiesen Fünfer- und Dreierkonfigurationen in der Meiosis auf. Eine 27-chromosomige Form (4n—5) kam bisher nicht zum Blühen. Es wurden mehr Pflanzen mit überzähligen als mit fehlenden Chromosomen gefunden. Der Prozentsatz an Aneuploiden war in der Nachkommenschaft der Tetraploiden etwa 100mal so groß als der an (2n + 1)-Typen in diploiden Nachkommenschaften. Die Formenmannigfaltigkeit innerhalb der Aneuploiden der tetraploiden Stufe ist sehr groß, wie an Hand mehrerer Blütenbilder gezeigt wird. In der Wüchsigkeit unterscheiden sie sich nicht wesentlich von den Eutetraploiden. Bei einigen Formen wurden deutliche Unterschiede im Blattgrün bemerkt. Untersuchungen an weiteren Generationen sollen darüber Aufschluß geben, ob das Colchicin-induzierte A. majus der Sippe 50 sich analog zu den angenommenen Verhältnissen bei natürlichen konstanten Polyploiden die Erzeugung aneuploider Formen „abgewöhnt". Gruber

**Straub, Joseph,** Wege zur Polyploidie. Eine Anleitung zur Herstellung von Pflanzen mit Riesenwuchs. Berlin-Zehlendorf: Gebr. Borntraeger 1941. 27 S. RM 2,—.

In einem handlichen Büchlein gibt der Vf., gestützt auf umfangreiche eigene Erfahrungen, eine dankenswerte Erläuterung der Methoden zur Erzielung polyploider Pflanzen. Den breitesten Raum nehmen verständlicherweise die Colchicin- bzw. Acenaphthenmethode und ihre Anwendung an Samen und Sproßspitzen ein. Außerdem werden die Verfahren der Polyploidisierung durch Temperaturbehandlung erläutert. Im Schlußabschnitt werden die Methoden zur Feststellung der Polyploidiestufe an Habitusmerkmalen, an der Schließzellengröße der Spaltöffnungen, an der Pollengröße und schließlich durch Chromosomenzählung behandelt. Schmidt

**Stubbe, H.,** und **K. Pirschle,** Über einen monogen bedingten Fall von Heterosis bei Antirrhinum majus. Ber. dtsch. bot. Ges. **58**, 546—558 (1940).

Nach einer einleitenden Besprechung der bestehenden Auffassungen über das Wesen der Heterosis berichten Vff. über eine chlorophylldefekte Mutante (aa) der Sippe 50 von Antirrhinum majus, die im generativen und im späten somatischen Gewebe häufig zur normalen Form (Aa) zurückmutiert. Die Heterozygote zeigte auffallende Heterosismerkmale. Es wurden deshalb Messungen vorgenommen über Wuchshöhe, Stengeldicke, Längenbreitenindex der Laubblätter, Blattgröße der alten Pflanzen, Ausbildung und Zahl der Seitensprosse, Trockengewicht, Blütenzahl, wobei sich stets eine statistisch gesicherte Überlegenheit der Heterozygoten gegenüber beiden homozygoten Formen ergab. Ebenso war der Chlorophyllgehalt der Aa-Pflanzen nicht nur erwartungsgemäß im Vergleich mit den Mutanten (aa), sondern auch im Vergleich mit den normalen AA-Pflanzen erhöht. Wenn auch über die Art der Genwirkung selbst erst weitere Untersuchungen Aufschluß geben müssen, so ergibt der dargestellte Fall doch einen gut gesicherten Einblick in das Wesen der Heterosis. Die Additions- und Kombinationstheorie, welche dominant

wirkende, produktionssteigernde Gene als Ursache für die Heterosis annimmt, läßt sich auf den vorliegenden Fall nicht anwenden. Vielmehr handelt es sich hier offensichtlich um die Wirkung eines ganz bestimmten Gens, das im homozygoten Zustand zwar einen starken Leistungsabfall, im heterozygoten aber eine Leistungssteigerung hervorruft. Auf Grund der Annahme mehrerer solcher Gene, läßt sich auch das Inzuchtproblem und die Erreichung eines Inzuchtminimums ohne weiteres erklären. Hieraus ergeben sich weiterhin wichtige Folgerungen für Züchtung und Auslese. Gruber

**Stubbe, H., und F. v. Wettstein,** Über die Bedeutung von Klein- und Großmutationen in der Evolution. Biol. Zentralblatt **61**, 265—297 (1941).

Auf der Grundlage der bisherigen Ergebnisse der Mutationsforschung bei Antirrhinum und unter Berücksichtigung der einschlägigen Literatur setzen sich die Vff. mit der Frage nach der Bedeutung der Mutationen für die Artbildung auseinander. Nur die Mutationen, die nicht auf Änderungen der Chromosomenzahl oder gröberen strukturellen Änderungen der Chromosomen beruhen, wurden in den Kreis der Betrachtungen gezogen.

Die Frage, ob die Häufigkeit der Mutationen groß genug ist, um deren evolutionistische Bedeutung zu rechtfertigen, darf heute bejaht werden, wenn auch die Mutationsrate bei manchen Arten zu hoch geschätzt wurde. Eine begrifflich und sachlich völlig eindeutige Scheidung in Klein- und Großmutationen ist nicht möglich, jedoch sind beide Begriffe verständlich und praktisch. Von großer Bedeutung ist die Frage, ob nicht nur die Sippen- und Rassendifferenzen innerhalb einer Art, sondern auch die großen Art-, Gattungs- und Familienunterschiede durch Summierung vieler kleiner Mutationsschritte entstanden sind. Die bisherigen Ergebnisse der Analyse von Art- und Gattungskreuzungen sprechen dafür. Die Kleinmutationen sind der Anlaß für die polygene Grundlage der Merkmalsbildung. Natürlich spielen daneben auch die großen Mutationsschritte eine Rolle, die zu rassen- und artdifferenten Genunterschieden führen. Problematisch bleibt, ob die Kleinmutationen und ihre Häufung das Primäre sind und nur ab und zu ein großer Mutationsschritt eingeschoben wird oder ob dieser das Primäre ist und die Kleinmutationen sekundär für die Polygenie gesorgt haben. Wichtig für die Beurteilung der Phylogenese artbestimmender Merkmale ist die Tatsache, daß bei Antirrhinum majus Mutanten aufgetreten sind, welche Merkmale besitzen, die wesensbestimmend bei anderen Vertretern der Scrophulariaceae in paralleler Ausbildung vorkommen. Die Vff. geben dafür einige Beispiele. Eine der mut. fistulata ähnliche „rhinanthoides"-Form besitzt Blüten, deren Gestalt außerordentlich stark an die für Melampyrum charakteristische Blütenform erinnert. Die $\pm$ radiäre Blüte von Verbascum findet ihre Parallele in hemiradialis-Formen der bekannten Cycloidea-Serie bei Antirrhinum. Auch das Auftreten hemiradiärer Formen mit 5 Staubblättern ist im Hinblick auf Verbascum interessant. Die dominante mut. Hirzina besitzt an den Blüten einen Sporn, auch ein in der Familie vorkommendes Merkmal. Die dreigliedrige allele Serie transcendens ist charakterisiert durch eine Reduzierung der Antherenzahl, allerdings innerhalb einer Infloreszenz schwankend von 4—2. Reduktion und Vermehrung der Antherenzahl ist bekanntlich ein wichtiges systematisches Merkmal bei den Scrophulariaceae. Von den erwähnten Mutationen ist fistulata am wenigsten charakteristisch, weil starke Reduktion der Petalenzipfel nicht nur bei den Rinantheae, sondern auch den Antirrhinoideae vorkommt. Radialis besitzt großes Interesse deswegen, weil für die einfachsten Gruppen der Familie, die Pseudosolaneae und Verbasceae, fast radiäre Blüten und 5 Staubblätter typisch sind. Mutative Spornbildung, wie bei der Hirzina von Antirrhinum, findet man auch bei Digitalis ambigua. Fast in allen Gruppen der Familie findet man Reduktion der Antherenzahl auf zwei wie bei transcendens, wo entweder völliges Verschwinden eines Staubblattes oder Verwachsung zweier Antheren die Reduktion bedingen kann. Bei den Wildformen konnte bisher nur der erste Fall nachgewiesen werden. Bedeutsam ist, daß bei Antirrhinum durch einfache Mutationsschritte relativ einfache Organisationsmerkmale (z. B. radiärer Blütenbau) und abgeleitete Merkmale (z. B. Spornbildung)

entstehen können. Aus den von den Vff. mitgeteilten Beobachtungen und theoretischen Folgerungen ergeben sich wertvolle Ansätze zu weiteren experimentellen Vorstößen auf einem der wichtigsten Gebiete der Biologie, der Erforschung der Ursachen und Richtung der Evolution. Schmidt

**Tinney, F. W., and O. S. Aamodt,** The progeny test as a measure of the types of seed-development in Poa pratensis L. (Die Untersuchung der Nachkommenschaften zur Feststellung der Art der Samenbildung bei Poa pratensis L.) J. of Heredity **31**, 457—463 (1940).

Die Samenbildung von Poa pratensis erfolgt weitgehend parthenogenetisch, so daß sich die Nachkommenschaften einzelner Pflanzen im allgemeinen durch völlige Gleichförmigkeit und Gleichheit mit der Mutterpflanze auszeichnen. Vf. untersuchten 102 Einzelpflanzennachkommenschaften aus nordamerikanischen, nordeuropäischen, indischen und russischen Herkünften, und fanden, daß 33,07 % derselben keine, die übrigen durchschnittlich 1,59 % abweichende Pflanzen enthielten. Zwei Nachkommenschaften mit 21,92 bzw. 12,06 % wiesen den höchsten Anteil abweichender Pflanzen auf. Diese können durch Mutationen oder durch Fremdbestäubung entstanden sein. Auf die mit der parthenogenetischen Samenbildung verbundenen Vorteile für die Züchtung (Reinhaltung der Stämme) wird hingewiesen. Schröck

**Wellensiek, S. J.,** Genetical observations with the tea-plant. (Genetische Beobachtungen bei der Teepflanze.) Genetica **22**, 435—452 (1940).

Die Teepflanze ist kein besonders günstiges Objekt für genetische Studien. Die Generationenfolge ist relativ lang, und Fremdbefruchtung herrscht vor. Unter den Methoden der vegetativen Vermehrung hat sich speziell für genetische Zwecke Forkerts Okulationsmethode bewährt. Verfahren der künstlichen Selbst- und Kreuzbestäubung sind entwickelt worden, haben aber bei der genetischen Bearbeitung der Teepflanze noch keine Anwendung gefunden. Geschwindigkeit und Stärke des Wuchses der Unterlage beeinflussen das Wachstum des Edelreises. Genotypisch ertragsschwache Formen reagieren stärker auf Umweltveränderungen als genotypisch ertragreiche. Die erbliche Natur verschiedener Merkmale wurde nachgewiesen. So sind die Blattgestalt und wahrscheinlich eine Reihe weiterer Merkmale von Thea sinensis bohea über die von Th. sinensis assamica dominant. Weiterhin kamen genotypisch bedingte Unterschiede in der Wuchsstärke im Jugendstadium zur Beobachtung. Guter oder Durchschnittsblattertrag im späteren Lebensalter sind genetisch begründet, geringer kann modifikativ-zufallsmäßig bedingt sein.
Schmidt

**Wettstein, v.,** Wuchssteigerung durch Kombinationszüchtung und Chromosomenvermehrung. Forstarchiv **17**, 80 (1941).

In vorliegender Abhandlung gibt Vf. einen Überblick über Möglichkeiten und bereits erzielte Erfolge, züchterisch die Holzmassenerzeugung zu steigern. Ein Weg besteht in der Ausnutzung von luxurierenden Bastarden. Erfolge sind schon vorhanden bei Larix-, Populus-, Picea- und Abiesarten. Durch die vom Vf. selbst ausgearbeitete einfache Methode der künstlichen Kreuzung ist eine massenmäßige kontrollierbare Erzeugung von Bastarden solcher Formen gewährleistet. Die andere Möglichkeit, wuchskräftigere Individuen zu erzeugen, besteht auf dem Wege der Chromosomenvermehrung. Die ersten natürlich gefundenen Formen mit vermehrtem Chromosomenansatz und gesteigertem Wuchs waren triploide Aspen. Künstliche Kreuzungen ergaben tetraploide Aspen sowie triploide Lärchen. Durch Behandlung mit Colchicin wurden in mehreren systematischen Einheiten Sämlinge mit tetraploidem Gewebe erzielt, die nach entsprechender Selektion für die Züchtung auf Erhöhung der Wuchsleistung von Bedeutung sind. Es wird auf Grund schon vorhandener Ergebnisse mit einer Leistungssteigerung von 30—50 % gerechnet.
Lehmann

**Wettstein, W. v.,** Zur Blütenbiologie von Pinus silvestris. Ztschr. f. Forst- und Jagdwesen **72**, 404—409 (1940).

Im Verfolg züchterischer Arbeiten mit der Kiefer wurden Untersuchungen über die Frage angestellt, ob Selbstbestäubungen bei Pinus silvestris möglich sind und ob Inzuchtpflanzen sich züchterisch verwerten lassen. Die Selbstbestäubungen erfolgten an 14jährigen Bäumen, die auch zur Vornahme von Rassen- und Artkreuzungen herangezogen wurden. 7 Bäume ergaben nach Selbstung geringen Ansatz. Aus 9 Samen gingen 7 Krüppelpflanzen hervor, die später zugrunde gingen. Kreuzungen mit P. contorta Douglas gelangen nicht; in 2 Fällen wurden hier wie auch bei Bestäubungen mit P. Banksiana Lambert Zapfen mit Hohlkörnern gebildet. Vf. glaubt, daß hier so etwas wie Parthenokarpie bei Angiospermen vorliegt, jedoch ist der dafür angewandte Ausdruck „parthenocarpe Samenentwicklung" schon in sich unmöglich. Weitere Versuche befaßten sich mit der Dauer der Empfängnisfähigkeit. Diese tritt erst ein, wenn die männlichen Blüten zu stäuben beginnen. Fernbestäubung kommt erst dann zur vollen Auswirkung, wenn in nächster Nähe kein Pollen mehr vorhanden ist. Der „Vorsprung" des bestandeseigenen Pollens ist natürlich für die Gewinnung von Saatgut bodenständiger Kiefernrassen von großer Bedeutung. Schmidt

Aus der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan

# Erbanalytische Untersuchungen über das Verhalten der Gerste gegenüber verschiedenen physiologischen Rassen des Mehltaues
## *(Erysiphe graminis hordei Marchal)*

Von

**Ludwig Honecker**

(Mit 1 Abbildung)

## I. Einleitung

Veranlaßt durch die während der Vegetationsperiode 1929 über große Anbaugebiete verbreiteten empfindlichen Schäden, welche damals durch Mehltaubefall bei Gerste hervorgerufen wurden (Hülsenberg [12], Honecker [6]) wurde erstmals unser Augenmerk auf die Bedeutung dieser Pilzkrankheit gelenkt. Es konnte nachgewiesen werden, daß Häufigkeit und Stärke des Mehltauvorkommens in ursächlichem Zusammenhang mit dem Umfang des Wintergerstenanbaues stehen (Pape und Rademacher [14]), weil dem Pilz auf dieser Kulturart Gelegenheit zur Überwinterung und frühzeitigen Anreicherung gegeben ist. Durch die ständige Zunahme, die der Wintergerstenanbau aus betriebs- und nationalwirtschaftlichen Gründen während des letzten Jahrzehnts in Deutschland erfahren mußte, wurde zwangsläufig auch die Gefahr der Mehltauverseuchung, hauptsächlich unserer Sommergerstenbestände, weiter erhöht, so daß Mehltauschäden in vielen Anbaugebieten nachgerade zu einer Dauererscheinung geworden sind. An Hand von Sortenversuchsergebnissen konnten wir für die Zeit von 1921—1930, vor allem in qualitativer Hinsicht, nachweisen, daß indes auch schon in früheren Jahren durch Mehltaubefall nicht selten empfindliche Schäden verursacht wurden (Honecker [6]).

Nachdem von anderweitigen Bekämpfungsmaßnahmen ein durchschlagender Erfolg in der Praxis nicht zu erwarten war, wurden die Möglichkeiten der züchterischen Bekämpfung dieser Pflanzenkrankheit erwogen. Daß wir auf diesem neuen Gebiet der Resistenzzüchtung sehr bald über positive Ergebnisse berichten konnten, war darauf zurückzuführen, daß wir bereits seit 1924 eine erst später als mehltauresistent erkannte Sorte (Pflugs Intensiv) zu Kreuzungen herangezogen hatten. Im Mehltaujahr 1929 konnten wir uns deshalb auf Grund von Stammesprüfungsergebnissen mit verschiedenen mehltauresistenten Stämmen aus der $F_5$ dieser Kreuzungen erstmalig ein klares Bild von den Anfangserfolgen unserer bis dahin allerdings unbewußt durchgeführten Resistenzzüchtung machen.

Die in den folgenden Jahren hauptsächlich infolge der fortschreitenden Ausdehnung des Wintergerstenanbaues zunehmenden Mehltauschäden ließen deren Bekämpfung durch praktisch züchterische Maßnahmen besonders dringlich erscheinen, so daß bei unseren diesbezüglichen Arbeiten eine starke Betonung praktischer Zielsetzung verständlich sein wird. Da diese Arbeiten seit einer Reihe von Jahren in dankenswerter Weise durch den Forschungsdienst der Landwirtschaftswissenschaften finanziell gefördert werden, fühlten wir uns überdies verpflichtet, in absehbarer Zeit mit Ergebnissen aufzuwarten, durch die der Aufwand an öffentlichen Mitteln der praktischen Landeskultur, wenn möglich, wieder zugute kommen kann. Im Interesse der Zielstrebigkeit unserer Maßnahmen sowie der Nachhaltigkeit ihrer Ergebnisse war es immerhin notwendig, die theoretischen Grundlagen zu erforschen und methodische Fragen zu klären.

## II. Sortenverhalten und Infektionstypen

Die während des Sommers 1929 infolge des starken Mehltaubefalles der Gerstenbestände im Freiland beobachteten Unterschiede in der Sortenanfälligkeit (Honecker [6]), die durch Untersuchungen im Gewächshaus bestätigt werden konnten, zeigten, daß bei Gerste bezüglich ihres Verhaltens gegen Mehltau eine starke Variabilität vorhanden ist, daß also die wichtigste Voraussetzung für den Erfolg der Resistenzzüchtung erfüllt ist.

Überblickt man das Verhalten eines größeren Gerstensortiments gegenüber verschiedenen physiologischen Rassen des Mehltaues nach künstlicher Infektion im Gewächshaus, so bietet sich eine Fülle der Erscheinungsformen (Infektionstypen), die eindeutig zu charakterisieren und festzuhalten mitunter außerordentlich schwierig ist. Am einfachsten zu bestimmen sind die extremen Infektionstypen, d. h. einerseits die stärkste Anfälligkeit (Typ IV), bei welcher der Pilz sich ungehindert entwickeln und fruktifizieren kann und andererseits der höchste Resistenzgrad (Typ i), wobei ein Infektionserfolg an der Wirtspflanze makroskopisch überhaupt nicht feststellbar ist.

Um einer Verwirrung in begrifflicher Hinsicht entgegenzuarbeiten, schließe ich mich der neuerdings vielfach gestellten Forderung an, den in der früheren Literatur über Resistenzzüchtung zur Bezeichnung des höchsten Grades erblicher Widerstandsfähigkeit bei Pflanzen (Typ i) gebrauchten Ausdruck „Immunität“ nach Möglichkeit zu vermeiden, nachdem in der Pathologie unter diesem Begriff allgemein die Fähigkeit zur Bildung spezifischer Abwehrstoffe verstanden wird, die infolge einer Infektion erst erworben werden muß und demgemäß nicht primär erblich sein kann (Römer [15], Straib [17]). Es ist jedoch nicht möglich, die Begriffe „Befallsfreiheit“ oder „Unanfälligkeit“ als Umschreibung des Infektionstypus i und „Resistenz“ als Ausdruck des Typus O, wie sie unlängst von Straib (17) für Gelbrost definiert wurden, ohne weiteres zu übernehmen, da die Befallsverhältnisse bei der ektoparasitischen Lebensweise des Mehltaupilzes grundsätzlich andere sind, wie beim endophytisch parasitierenden Gelbrost.

So ist insbesondere eine strenge Scheidung, wie sie von Straib zwischen Typ i und Typ O vorgenommen wurde, nicht möglich, die so weit geht, „daß in Wirklichkeit nur 2 klare Alternativen im Gelbrostverhalten des Weizens vorliegen: Absolute Befallsfreiheit auf der einen und Anfälligkeit auf der anderen Seite“. Nach eigenen Erfahrungen bei Infektionsversuchen mit Gelbrost bei Gerste sei zugegeben, daß bei diesem

Pilz die Grenze zwischen „Resistenz“ (Typ O) und „Anfälligkeit“ (Typ I—IV) weniger scharf ist wie zwsichen Typ i (Befallsfreiheit) und Typ O (Resistenz). Beim Mehltau der Gerste liegen aber die Verhältnisse tatsächlich gerade umgekehrt: Wenn auch die Infektionstypen i und O zur Charakterisierung des gegenseitigen Verhaltens zwischen bestimmten Rassen von Wirt und Pilz von Fall zu Fall mehr oder weniger scharf gegeneinander abgesetzt sind, so ist eine Modifizierung in beiderlei Richtung, sei es infolge wechselnder und vielfach sogar gänzlich unkontrollierbarer Umweltverhältnisse, sei es infolge erblicher Bedingtheit, eine immerhin häufig zu beobachtende Erscheinung. Verhältnismäßig scharf sind dagegen die Infektionstypen O und I gegeneinander abgegrenzt, obwohl auch hierbei mitunter erbliche oder umweltbedingte Übergänge beobachtet werden können. Es entspricht demnach eher noch den Besonderheiten der verschiedenen Erscheinungsbilder des Mehltaubefalles, wenn wir die „Resistenz“ (Typ O) als „modifizierte Immunität“ (Befallsfreiheit, Typ i) auffassen, als wenn wir, wie bei Gelbrost, die „Resistenz“ als „modifizierte Anfälligkeit“ werten wollten. Dies ergibt sich auch insbesondere aus den Ergebnissen erbanalytischer Untersuchungen.

Wenn somit in den folgenden Erörterungen von „Befallsfreiheit, Unanfälligkeit“ oder „hoher Resistenz“ gesprochen wird, so soll damit gesagt sein, daß auf dem infizierten Blatt der Keimpflanze mit unbewaffnetem Auge von normaler Sehkraft keine oberflächliche Pilzentwicklung, weder Myzel noch Konidien, wahrnehmbar ist. Ob es sich dabei jedoch im Einzelfall um Typ i oder O handelt, kann damit nicht zum Ausdruck gebracht werden und muß, wenn erforderlich, ergänzend hinzugefügt werden. Die Umschreibung der Infektionstypen I und II erfolgt gewöhnlich durch die Begriffe „mäßige Resistenz“ oder „geringe Anfälligkeit“, wie sinngemäß im Gegensatz dazu der Infektionstypus III als „geringe Resistenz“ oder „ziemlich starke Anfälligkeit“ bezeichnet wird.

Die zwischen den Extremen i und IV liegenden mittleren Infektionstypen O—III äußern sich als Reaktionsweisen der Wirtspflanze auf den Angriff des Pilzes durch die nach Art und Umfang verschiedensten Farb- und Strukturveränderungen des normalen Blattgewebes (Chlorosen, Nekrosen, Welkeerscheinungen) in Verbindung mit einer mehr oder minder stark gehemmten Fruktifikation des Pilzes. Die extremen Infektionstypen i und IV bleiben bei den meisten Gerstensorten innerhalb eines gewissen Schwankungsbereiches der Umweltbedingungen weitgehend konstant, während die mittleren Infektionstypen O—III je nach Stärke der Infektion und den jeweils waltenden Außenfaktoren (Wärme, Licht, Feuchtigkeit, Nährstoffe) vielfach sehr labil sind. Schon bei Sortiment-Untersuchungen an „reinen Linien“ ist es mitunter notwendig zur eindeutigen Charakterisierung des jeweiligen Sortenverhaltens Zwischennoten zu verwenden und die auftretenden Erscheinungsbilder (Chlorosen und Nekrosen) durch bestimmte Abkürzungen zu umschreiben. Bezüglich weiterer Einzelheiten verweise ich auf eine frühere Veröffentlichung (Honecker [9]). Bei Kreuzungsnachkommenschaften aber wird die Formenmannigfaltigkeit in der Regel noch erhöht. Aus Gründen der Übersichtlichkeit bei der späteren Klassifizierung verbietet sich dabei aber die Verwendung von Zwischennoten. Besonders nach Kreuzungen zwischen Gerstensorten, von denen eine oder gar beide mittlere Resistenz aufweisen, ist eine scharfe Abgrenzung verschiedener Befallsklassen mitunter sogar vollkommen unmöglich, wenn infolge des Zusammenwirkens von erblicher Variabilität und nichterblicher Modifikabilität die Klassengrenzen vollkommen ver-

wischt sind. Hierin liegt eine der wesentlichen Schwierigkeiten der erbanalytischen Untersuchung mittlerer Resistenzgrade. Selbst für einen jahrelang geübten Beobachter ist es mitunter schwierig, die nach Kreuzung auftretenden Phänotypen richtig zu klassifizieren. Für einen Neuling ergeben sich dabei entweder unklare Spaltungsergebnisse, wenn es ihm trotz besten Bemühens nicht gelingt, die Phänotypen richtig zu klassifizieren oder aber er kommt zu verblüffend einfachen Spaltungen, wenn er die Erscheinungsbilder nach vorgefaßter Meinung zu weitherzig oder willkürlich in ein bestimmtes Schema zwingt.

## III. Mehltaurassen

Die zunächst günstigen Aussichten auf einen raschen Züchtungserfolg begannen bald beträchtlich zu schwinden, als sich im weiteren Verlauf unserer Arbeit ergab, daß der Gerstenmehltau, ähnlich wie die Mehrzahl der Erreger von Pflanzenkrankheiten, genetisch nicht einheitlich, sondern in physiologische Rassen aufgespalten ist, die sich in ihrem pathogenen Verhalten bestimmten Varietäten der Gerste gegenüber mitunter stark unterscheiden (Honecker [7, 8, 9]). Durch rassenanalytische Aufteilung zahlreicher Mehltauherkünfte konnten in mehrjährigen Untersuchungen nach und nach 9 eindeutig verschiedene physiologische Rassen A—J nach-

Übersicht 1
Die physiologischen Rassen des Gerstenmehltaues

| Standardsorte | Mehltaurasse | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | H | J | D | B | G | E | C | F |
| 1. Hohenfinower | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 2. Weihensteph. CP 127422 | i | i (—1) | i | i | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3. Hord. spont. nigr. | i | i | i | i | i | i | i | i | 4 |
| 4. Gopal C. J. 1091 | 0 n,C | 0 n,C | 0 n,C | 0 n,C | 0 n,C | 0 n,C | 0 n,C | 0 n,C | 0 n,C |
| 5. Ragusa | i (—0) (n) | 2—3 (n) S | 3 (cc) S | 4 (—3) (n) S | 0 (n) | 0—1 (nn) | 1—2 S (n) | 4 (—3) | i—0 (nn) |
| 6. Schweden 860 | 4 | 2 S (n—C) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2—3 S (n—C) |
| 7. Samaria | 1—2 (n) | 3 (n) | 1—2 (n—N) | 2 (n) | 2 (nn) | 3 (n—C) | 1—2 (n) | 3 (n) | 2 (n) |
| 8. Peruvian d | 1—2 S (n) | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 S (n) | 4 | 4 S (n) | 1—2 S (n) |
| Rassengruppe | I | | | | II | | | | III |

C = chlorotische Verfärbung (eigentlich ein Vergilben) größerer Teile des Blattes, die allmählich flächenhaft zusammenlaufen; meist erfolgt dieses Vergilben von der Blattspitze her.
c = kleinere chlorotische Flecken.
cc = sehr zahlreiche und kleine chlorotische Tüpfel im Blattgewebe (mitunter nur gegen das Licht sichtbar).
n = nekrotische (braune) Stellen von mäßiger Zahl und Ausbreitung.
nn = zahlreiche kleinere nekrotische Punkte.
N = große, unregelmäßig geformte und an Ausdehnung rasch zunehmende nekrotische Zonen, in denen das Blattgewebe seinen Turgor verliert, so daß die Kutikula an den betreffenden Stellen einsinkt und vertieft erscheint.
W = rasches Verwelken (als Folgestadium von C) bzw. Vertrockenen (als Folgestadium von N) des ganzen Blattes von der Spitze her.
S = Subinfektion, d. h. Fruktifikation ohne kräftige Pustelbildung.
(Wenn die Abkürzungen in Klammern gesetzt sind, ist die Erscheinung nur schwach angedeutet.)

gewiesen und isoliert werden. Das uns zur Verfügung stehende Gerstensortiment von etwa 600 Varietäten wurde fortlaufend auf sein Verhalten gegen die neu ermittelten Mehltaubiotypen geprüft. Als abschließendes Ergebnis dieser nur auszugsweise veröffentlichten Sortimentsprüfungen (Honecker [10]) wurde ein Testsortiment aufgestellt, mittels dessen die 9 bis dahin isolierten physiologischen Rassen eindeutig bestimmt und die in Zukunft möglicherweise neu auftauchenden Biotypen auf die Selbständigkeit ihrer Aggressivität untersucht werden können (Honecker [9]).

(Siehe Übersicht 1.)

Wenn somit auch mit einer stärkeren Spezialisierung des Gerstenmehltaues gerechnet werden muß, so stellt sich die praktische Resistenzzüchtung durch eine besondere Eigenart in der Häufigkeit des Vorkommens dieser Rassen und ihrer mengenmäßigen Verbreitung vorläufig doch verhältnismäßig einfach dar. Von den 9 bis jetzt festgestellten Rassen des Gerstenmehltaues herrscht eine einzige Rasse so weitgehend vor, daß die bis jetzt beobachteten Schäden in der Praxis fast ausschließlich durch diese Hauptrasse A hervorgerufen werden. Die übrigen 8 Biotypen treten im Verhältnis zur Hauptrasse A mengenmäßig vollkommen in den Hintergrund. Ein selbständiges Verbreitungsareal kommt keiner dieser Rassen zu. Sie wurden vielmehr durchwegs nur in Spuren mit der Hauptrasse A vermischt vorgefunden und konnten immer nur mittels einer von uns angewandten Fangsortenmethode erfaßt und isoliert werden. Nur die beiden als „Nebenrassen" bezeichneten Biotypen B und D wurden dabei mehrmals, die übrigen („Zufallsrassen") jedoch nur je ein- oder höchstens zweimal gefunden. Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf frühere Veröffentlichungen verwiesen (Honecker [9, 10]), in denen auch die möglichen Gründe für diese Eigenart der natürlichen Verbreitung der einzelnen Mehltaurassen erörtert wurden.

Unter Berücksichtigung bisheriger Erfahrungen auf anderen Gebieten der Resistenzzüchtung ist zwar infolge der selektiven Wirkung des Wirtes auf Mischungen von Pilzrassen verschiedener Pathogenität unter gewissen Voraussetzungen mit einer Rassenverschiebung zu rechnen: Angenommen, man würde für den praktischen Großanbau nur A-widerstandsfähige Gerstensorten zulassen, so wäre die Hauptmehltaurasse A damit ihrer Lebensgrundlage beraubt, so daß eine oder mehrere der bisher verborgenen Rassen, für welche die jeweilige A-resistente Gerstensorte anfällig ist, sichtbar werden und sich anreichern könnten. Unter Gewächshausbedingungen wird dieser Vorgang der Rassenverschiebung gerade beim Mehltau infolge seiner starken Vermehrungspotenz und raschen Generationenfolge in Verbindung mit der zerstörenden Wirkung auf das Blattgewebe anfälliger Sorten sehr augenfällig. Hierin liegt eine Hauptschwierigkeit, einen bestimmten Mehltauklon bei länger fortgesetzten Infektionsversuchen im Gewächshaus auf die Dauer rein zu erhalten. Im Freiland geht dieser Vorgang in der Regel jedoch so langsam vonstatten, daß eine Schädigung von A-resistenten Gerstenzüchtungen durch einen Befall mit einer stärker aggressiven Nebenrasse bisher nicht beobachtet wurde.

Um Rückschlägen vorzubeugen oder mindestens auf solche gefaßt zu sein, erschien es immerhin zu Beginn unserer Züchtungsarbeiten ratsam, neben der Hauptmehltaurasse A auch die häufiger vorkommenden Nebenrassen B und D zu berücksichtigen. Aus Sicherheitsgründen haben wir

darüber hinaus auch noch die züchterische Bekämpfung der aus 2 verschiedenen Herkünften isolierten Zufallsrasse C beizeiten ins Auge gefaßt, hauptsächlich wegen ihrer besonders hohen Aggressivität gegenüber den bei unserer praktischen Resistenzzüchtung vielfach als Elternsorten verwendeten Varietäten Weihenstephaner Mehltauresistente (CP) und Dalmatinische Ragusa. Alle übrigen Rassen sind, soweit sich dies überhaupt im voraus abschätzen läßt, unter dem Gesichtswinkel der Entstehung von Mehltauschäden im Großanbau völlig unbedeutend und können somit auch bei der Züchtung unberücksichtigt bleiben. Überdies ist zu erwarten, daß mit der Erzielung der Resistenz gegenüber der sehr aggresiven Rasse C auch eine Resistenz gegen all diese unbedeutenden Zufallsrassen eingeschlossen ist. Bei den von uns seit mehreren Jahren durchgeführten erbanalytischen Untersuchungen, über die nachfolgend berichtet wird, konnten wir uns deshalb in der Hauptsache auf die Rassen A, B, D und C beschränken. Die Rasse H wurde nur zu ergänzenden Versuchen herangezogen.

## IV. Die Erblichkeitsverhältnisse

Die ersten Untersuchungen zur Genetik der Mehltauresistenz wurden etwa gleichzeitig mit meinen eigenen Versuchen von amerikanischen Forschern durchgeführt und veröffentlicht (Briggs und Mitarbeiter [1, 2, 3], Dietz [4], Tidd [18]). Es ergaben sich dabei verschiedene Modi der Vererbung, wie ich sie auch selbst nachweisen konnte. Unter den deutschen Verhältnissen sind die amerikanischen Ergebnisse für die praktische Resistenzzüchtung jedoch kaum auswertbar, da die als Eltern verwendeten Gerstensorten, mit denen auch ich mich mehrere Jahre ausgiebig beschäftigt habe, keinen praktischen Züchtungserfolg verbürgen. Auch lassen sich die in den amerikanischen Arbeiten verwendeten Biotypen des Pilzes mit den bei uns verbreiteten nicht identifizieren, da mit Hilfe der amerikanischen Standardsorten eine genügend scharfe Kennzeichnung der Rassen nicht möglich ist. Dabei ist es nicht ausgeschlossen, daß es sich um Rassen von ähnlicher Pathogenität handelt, wie sie bei den in Deutschland verbreiteten Biotypen ermittelt wurden.

Außer eigenen kurzen Hinweisen, die ich in früheren Veröffentlichungen geben konnte, liegt für unser Gebiet nur ein Bericht von Hoffmann und Kuckuck (5) über Vererbungsversuche mit mehltauresistenten Sorten vor. Eine klare Faktorenanalyse ließ sich dabei jedoch nicht ableiten, da vorwiegend mit älteren Generationen aus Kreuzungsramschen gearbeitet wurde.

Wenn in Zukunft die deutschen Pflanzenzüchter auf dem neuen Gebiet der Mehltauresistenzzüchtung sich mit Erfolg betätigen sollen, ist es im Interesse einer zielsicheren Arbeit notwendig, wenn die wichtigsten in der praktischen Züchtung verwendeten Erbträger der Mehltauresistenz bezüglich ihrer Erblichkeitsverhältnisse genauer analysiert sind. In der vorliegenden Arbeit wurden deshalb aus unserem großen Zuchtmaterial nur Kreuzungen herausgegriffen, die bereits jetzt zu praktischen Ergebnissen geführt haben.

Nach den Ergebnissen unserer Sortimentsuntersuchungen lassen sich die Gerstenvarietäten bezüglich ihres Mehltauverhaltens in folgende „Anfälligkeitsgruppen“ einteilen:

1. Für sämtliche Mehltaurassen stark anfällig (etwa 71 % der geprüften Varietäten),
2. für die Mehrzahl der Rassen stark anfällig, für einzelne Rassen schwächer anfällig bis mäßig resistent (16 %),

3. für alle Rassen schwach anfällig bis mäßig resistent (3,5 %),
4. gegen alle Rassen mäßig resistent (2,5 %),
5. gegen alle Rassen sehr resistent (0,7 %),
6. gegen einzelne Rassen, wobei die Hauptrasse A stets inbegriffen ist, befallsfrei (Typ i) oder hoch resistent (Typ 0), für andere Rassen meist stark anfällig (6,3 %).

Wenn demnach die Zahl der mehr oder weniger mehltauresistenten Varietäten auch eine recht beträchtliche ist, so scheiden viele davon für die praktische Züchtung von vornherein aus, da sie außerordentlich stark mit unerwünschten Merkmalen anderer Art belastet sind. So reizvoll die verschiedensten Kombinationen auch vom Standpunkt rein genetischer Untersuchungen sein mögen, so notwendig ist für die praktische Züchtung eine weitgehende Beschränkung in der Wahl der Kreuzungseltern, wenn das bisher erreichte Leistungsniveau unserer anfälligen Kultursorten annähernd beibehalten werden soll. Wie im Verlauf der späteren Darstellungen zu zeigen sein wird, mußte ich mich auch in der Wahl der Methoden bis zu einem gewissen Grade von praktisch-züchterischen Gesichtspunkten leiten lassen.

Die in vorliegender Arbeit mitgeteilten Ergebnisse können daher schlechterdings nur einen fragmentarischen Beitrag zur Genetik der Mehltauresistenz liefern. Immerhin glaube ich damit der praktischen Züchtung wertvolle sachliche Anregungen geben zu können und hoffe, daß sich bei verschiedenen Fragen, die aufgeworfen wurden, aber nicht restlos geklärt werden konnten, Anknüpfungspunkte für die weitere genetische Forschung bieten werden.

## A. Methodik

Die Prüfungen wurden bei künstlicher Infektion vorwiegend in geheizten Gewächshäusern vorgenommen. Nur in einem Jahr wurden versuchsweise verschiedene $F_2$-Generationen in einer ungeheizten Vegetationshalle infiziert, da wir die Keimpflanzen nach der Infektion ins Freiland pikieren mußten, um das Verhalten der $F_3$-Nachkommenschaft verschiedener Befallsklassen verfolgen zu können. Die dabei gemachten Erfahrungen waren trotz größter Sorgfalt wenig ermutigend. Die in geheizten Gewächshäusern herangezogenen Pflanzen würden sich auf Grund dieser Erfahrungen ganz und gar nicht zum Umpflanzen ins Freiland eignen, da insbesondere die stark befallenen Varianten dem Pilzangriff dabei frühzeitig erliegen.

Wie im einzelnen gezeigt wird, ergab die Gewächshausprüfung von $F_3$-Nachkommenschaften, deren Stammpflanzen als $F_2$-Individuen vor dem Umpflanzen ins Freiland in einer ungeheizten Vegetationshalle infiziert waren, nicht immer die gewünschte Übereinstimmung. Deshalb wurde später in Anbetracht des damit verbundenen beträchtlichen Arbeitsaufwandes auf eine Infektion von $F_2$-Generationen und das anschließende Umpflanzen ins Freiland verzichtet, um erst aus dem Verhalten der $F_3$-Keimpflanzen von $F_2$-Familien Rückschlüsse auf den Genotyp ihrer Stammpflanzen zu ziehen. Aus den gleichen Erwägungen ist bei erbanalytischen Untersuchungen der Mehltauresistenz eine direkte Prüfung des Resistenzverhaltens der $F_1$-Bastarde nicht ratsam, es sei denn, man opfert einen Teil der gewonnenen Kreuzungskörner für diesen Zweck. Wir beschränkten uns jedoch darauf, aus dem Verhalten der Heterozygoten in der $F_3$ den Infektionstypus der $F_1$-Bastarde zu erschließen.

Zur Infektion der $F_3$-Nachkommenschaften wurden normalerweise 10—12 Körner verwendet. Bei monomerer Vererbung genügt diese Zahl, um die Nachkommenschaft mit hinreichender Sicherheit richtig zu klassifizieren. Bei polyhybrider Vererbung ist es bei dieser geringen Individuenzahl je Familie nicht möglich, die homozygot dominanten von den heterozygoten Linien einwandfrei zu unterscheiden. Noch unsicherer ist natürlich eine Unterscheidung der in einem, zwei oder mehreren Resistenzfaktoren spaltenden Heterozygoten unter sich, ganz zu schweigen von einer graduellen Bestimmung von Koppelungsverhältnissen. Um diese Fragen jedoch erschöpfend und mit hinreichender Sicherheit beantworten zu können, wäre ein Vielfaches der von uns verwendeten Kornzahl erforderlich (Briggs und Stanford [3]). Die Gerste, insonderheit die zweizeilige Form, ist für diesbezügliche Untersuchungen infolge ihrer geringen Kornzahl je Pflanze ein wenig geeignetes Objekt. Bei dem in unseren Zuchtgärten üblichen Standraum von 20 × 5 cm liegt der Beährungsfaktor im Durchschnitt ungefähr zwischen 2 und 3. Um eine unbewußte, vielleicht nach irgendeiner Richtung einseitige Selektion zu vermeiden, legten wir Wert darauf, für die Infektion möglichst viele Individuen der $F_2$-Populationen zu erfassen. Wenn wir als untere Grenze 2 Ähren je Pflanze gelten ließen, so stünden je Pflanze im Minimum nur 40—50 gut ausgebildete Körner zur Verfügung. Nachdem es uns von vornherein darum zu tun war, Sorten von möglichst umfassender Resistenz zu züchten, mußte der Schwerpunkt darauf gelegt werden, die gleichen Nachkommenschaften auf ihr Verhalten gegen mehrere physiologische Rassen des Pilzes zu prüfen. Für den Zuchtgartenanbau und die im Interesse der praktischen Auswertung unserer Arbeit erforderliche weitere Sichtung des Materials verblieb dann ohnehin nur das Restsaatgut von den stärker bestockten Pflanzen. Bei dieser verhältnismäßig geringen Zahl je Familie untersuchter Pflanzen mußten wir uns zur Ermittelung der beteiligten Faktorenzahl, insbesondere bei Polyhybriden, darauf beschränken, die homozygot-rezessiven Linien ins Verhältnis zur Gesamtzahl aller übrigen zu setzen. Gewisse Rückschlüsse in dieser Beziehung gestatten auch Art und Zahl der in $F_3$- und späteren Generationen auftretenden homozygoten Neukombinationen. Ohne Zweifel ist aber in der verhältnismäßig geringen je Nachkommenschaft untersuchter Pflanzen ein methodischer Nachteil zu erblicken. Dafür gewährt uns aber die von uns gewählte Versuchsanstellung Einblick in die Faktorenbeziehungen bei der Vererbung der Resistenz gegen mehrere Mehltaurassen und ermöglicht uns die schnelle und sichere Erfassung der vielseitig resistenten Nachkommenschaften für die praktische Züchtung.

Wenn auch beim Mehltau (im Gegensatz zu den Rostarten) künstliche Infektionen sehr leicht und innerhalb eines größeren Schwankungsbereiches der Außenfaktoren gelingen, so läßt sich eine hinreichend scharfe Differenzierung in den Befallsbildern nur bei Einhaltung bestimmter Infektionsbedingungen erreichen. Insbesondere bei länger anhaltenden Temperaturen über 20° C in Verbindung mit direkter Insolation treten Verschiebungen, hauptsächlich in den ohnehin schon labilen mittleren Infektionstypen ein. Mitunter erfahren sogar die verhältnismäßig konstanten extremen Infektionstypen i und IV geringe Verschiebungen. Stark anfällige Formen vom Typ IV zeigen dabei Chlorosen, so daß eine gewisse Resistenz (Typ III) vorgetäuscht wird, während umgekehrt Typ i in Richtung einer geringeren Resistenz 0—I verschoben werden kann.

Es ist deshalb darauf zu achten, daß die Gewächshaustemperatur 20° C möglichst nicht übersteigt. Durch vorübergehendes Absinken der

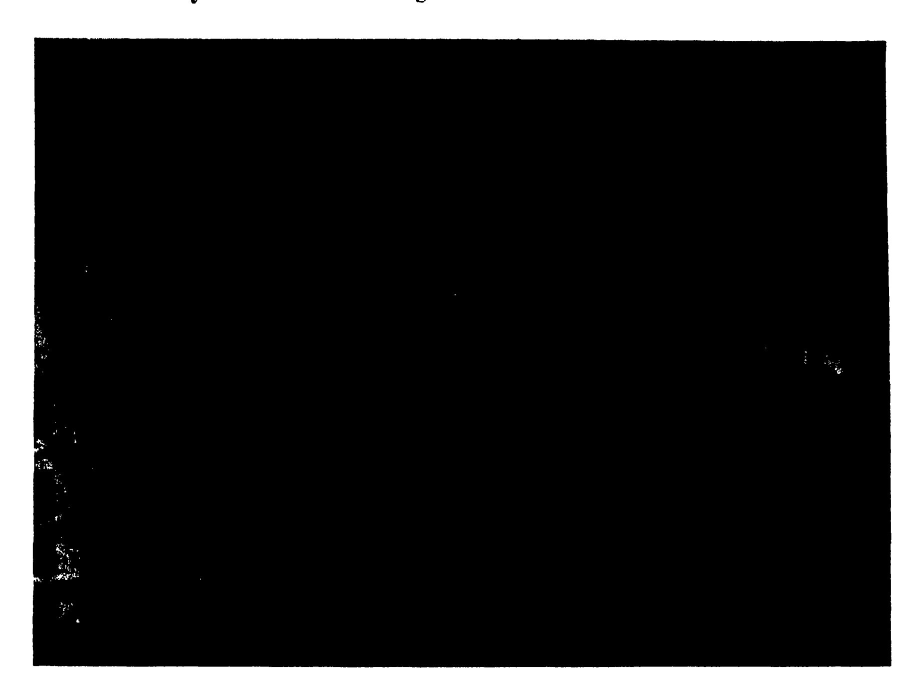


Abb. 1. Spezialgewächshaus mit Kühlvorrichtung, ausgeführt von Oskar E. Mehlhorn G. m. b. H. Gewächshaus- und Heizungsanlagen Schweinsburg i. Sachsen

Temperatur (z. B. über Nacht) werden die Versuchsergebnisse nicht merklich beeinträchtigt. Da wir die Anzucht und Infektion der Versuchspflanzen im gleichen Gewächshaus vornehmen, würden bei Andauern tieferer Temperaturen Keimung und Entwicklung der Pflanzen sowie die Inkubationszeit des Pilzes und damit die Gesamtversuchsdauer unnötig verzögert. Wir waren deshalb bestrebt, ein Temperaturbereich von 15 bis 20 ° C nach Möglichkeit einzuhalten. Eine ausgesprochene Temperaturempfindlichkeit, wie sie für Gelbrost festgestellt wurde, ist somit bei Mehltau keineswegs vorhanden.

Auch bezüglich der Luftfeuchtigkeit in den Gewächshäusern stellt der Mehltau keine besonderen Ansprüche. Vorkehrungen zur Erhöhung derselben, wie Einbringen von feuchtem Torfmull oder ein Bedecken der Pflanzen mit Glasglocken, sind nicht erforderlich. Auch hinsichtlich der Lichtverhältnisse ist der Pilz bescheiden, so daß die Versuche auch in den lichtarmen Wintermonaten ohne künstliche Zusatzbeleuchtung durchgeführt werden konnten. Schädlich wirkt sich hingegen, hauptsächlich in Verbindung mit hohen Temperaturen, eine andauernde direkte Sonnenbestrahlung aus. Da in den Sommermonaten eine Begrenzung der Temperatur unter 20 ° C trotz Beschattung der Gewächshäuser ohne kostspielige Kühleinrichtungen nicht dauernd zu erreichen ist, haben wir die Versuche ausschließlich in den Monaten Oktober—Mai durchgeführt. Eine vorübergehende Temperatursteigerung in den Mittagsstunden wurde bei vollkommen geschlossenem Gewächshaus mit Hilfe einer Ventilieranlage verhindert, durch welche die zwischen Gewächshaus und Keller zirkulierende Luft auf die Temperatur des Leitungswassers abgekühlt wurde.

Die Versuchspflanzen ziehen wir in quadratischen Zinkblechkästen (14 × 14 × 9 cm) in einer nährstoffreichen Komposterde an. In diesen

Kästen können 4 Reihen zu je 10—12 Pflanzen geprüft werden. Bei Verwendung dieser quadratischen Kulturgefäße ist eine restlose Ausnützung des Gewächshausraumes gewährleistet. Damit bei diesem engen Standraum während der Versuchsperiode keine Nährstoffmangelerscheinungen eintreten, die unter Umständen mit Resistenzmerkmalen verwechselt werden könnten, empfiehlt sich nach dem Auflaufen der Pflanzen eine zusätzliche Stickstoffdüngung mit Kalksalpeter.

Das Ansetzen der Versuche muß bei größeren Serien in entsprechenden Abständen geschehen, um die Bonitierung termingerecht in aller Ruhe vornehmen zu können. Da Anzucht und Infektion im gleichen Gewächshaus durchgeführt werden, sind ständig alle Stadien der Keimpflanzen- und Pilzentwicklung nebeneinander vorhanden. Die Infektion selbst erfolgt als Masseninfektion durch Abstäuben stark befallener Pflanzen, die über den Gewächshaustischen aufgestellt sind (siehe Abb. 1). Da die Gewächshausluft dabei ständig mit Konidien geschwängert ist und die Infektion bereits beim Auflaufen der Keimpflanzen einsetzt und bis zur Bonitierung andauert, ist eine sehr gleichmäßige, nach und nach einsetzende und im ganzen genügend starke Infektion gewährleistet, wie sie durch Einzelinfektion mit Pinsel oder Wattebausch niemals erreichbar wäre. Ein Zersprühen von Sporenaufschwemmungen, wie es bei Masseninfektion mit Rostsporen üblich ist, hat sich beim Mehltau als ungeeignet erwiesen.

Eine weitere Voraussetzung zur Gewinnung klarer Spaltungsergebnisse ist eine Infektion mit reinen Rassen des Pilzes. Infolge starker Fruktifikation des Pilzes und der großen Keimbereitschaft seiner Konidien macht sich auch die geringste Beimischung einer fremden Rasse störend bemerkbar, insbesondere wenn es sich dabei um eine Rasse von größerer Aggressivität handelt. Die Reinhaltung der Rassen des Pilzes gestaltet sich beim Mehltau sehr schwierig und erfordert eine laufende Kontrolle. Bis zum Kriegsausbruch wurden die von mir isolierten Rassen jahrelang in verschiedenen Räumen möglichst weit voneinander entfernter Gebäudeteile weiterkultiviert, sind aber während meiner Abwesenheit beim Heeresdienst größtenteils verloren gegangen.

Die Getrennthaltung der verschiedenen Biotypen wird erleichtert, wenn man als Nährpflanzen teilresistente Gerstensorten von bestimmter selektiver Wirkung verwendet. Eine absolute Trennung aller Rassen läßt sich dadurch jedoch nicht erreichen, so daß vor Beginn einer Versuchsserie immer wieder ein reiner Klon isoliert werden muß, was wir durch wiederholte Verdünnungskultur von Einzelpusteln erreichen.

Da die erbanalytischen Untersuchungen großer Serien mit einer bestimmten Mehltaurasse sich über Wochen und Monate erstrecken, ist eine ständige Reinheitskontrolle der Pilzrasse erforderlich. Die Reinhaltung der Rasse gelingt um so schwieriger, je geringer ihre Aggressivität ist. Am größten ist also die Vermischungsgefahr bei der Hauptmehltaurasse A, da uns zur Vermehrung keine für A hochanfällige Gerstenvarietät zur Verfügung steht, die von anderen Rassen nicht ebenfalls stark befallen wird. Bei Masseninfektionen im Gewächshaus mit einer zunächst reinen Mehltaurasse machen sich über kurz oder lang, anfangs natürlich nur in Spuren, Fremdbeimischungen aggressiverer Rassen bemerkbar. Wenn am gleichen Ort in anderen Gewächshäusern oder Räumen verschiedene andere Rassen, wenn auch nur im kleinen gezogen werden, so ist es naheliegend, daß die Sporen durch Personen verschleppt werden, oder zufällig durch Luftbewegung übertragen werden. Die Möglichkeit des Anfliegens aus dem Freiland, die in den Sommermonaten in Betracht zu ziehen ist, tritt im

Winter zurück. Dabei könnte es sich in der Hauptsache aber nur um die Hauptrasse A handeln, die als Vermischung kaum feststellbar wäre. Als weitere Ursache der Rassenvermischung kommt die Neuentstehung von Rassen durch Mutation, die wir für die bis dahin unbekannte Rasse F nachweisen konnten, unter den Bedingungen der Gewächshausversuche scheinbar nicht allzu selten vor.

Eine eingetretene Vermischung mit einer höher aggressiven Rasse äußert sich immer dadurch, daß mitunter an einzelnen Pflanzen des Infektionstypus i oder O eine Einzelbefallsstelle nach Typ IV festgestellt wird. Durch Isolierung und Vermehrung dieser Einzelpustel sowie anschließender Prüfung auf dem Standardsortiment läßt sich leicht nachweisen, ob eine Vermischung und mit welcher Rasse vorliegt. Es empfiehlt sich dann, sofort einen neuen Einsporstamm der gerade in Bearbeitung befindlichen Rasse herzustellen und in einem getrennten Gewächshaus zu vermehren, für den Fall, daß bei einem Überhandnehmen der Vermischung die Versuche abgebrochen werden müßten. Eine einmal vorgekommene Vermischung nimmt schnell überhand, wenn nach der Bonitierung der Versuchsergebnisse die befallenen Pflanzen aus dem Versuch selbst wieder zur Infektion späterer Serien verwendet werden, da begreiflicherweise die Fremdbeimischung auf den gegen die Versuchsrasse resistenten Einzelpflanzen einen günstigen Nährboden findet. Dagegen läßt sich eine in Spuren festgestellte Vermischung noch längere Zeit zurückhalten, wenn man die zur Infektion benötigten Pilzsporen gesondert auf einer für den jeweilig im Versuch geprüften Biotyp stark anfälligen Sorte vermehrt, die für andere Pilzrassen weitgehend widerstandsfähig ist.

Bei einer durchschnittlichen Gewächshaustemperatur von 15—20 ° C beträgt die Gesamtversuchsdauer vom Einlegen der Körner bis zur Feststellung der Infektionsergebnisse 18—20 Tage. Der richtige Zeitpunkt zum Bonitieren der Befallsergebnisse muß durch ständige Beobachtung der Versuche bestimmt werden. Er ist dann gekommen, wenn sich bei stark anfälligen Pflanzen üppige, haufige Konidienlager gebildet haben, aber noch bevor irgendwelche Absterbeerscheinungen an den Blättern sichtbar sind. Bis zur gleichen Zeit haben sich dann die Befallsbilder der verschiedenen Infektionstypen, die als spezifische Reaktionen der Wirtspflanze auf den Pilzangriff aufzufassen sind, genügend scharf differenziert. Zur erschöpfenden Klärung faktorieller Zusammenhänge beim Mehltauverhalten darf keineswegs nach der primären Befallstärke klassifiziert werden, sondern es muß immer erst die sekundäre Reaktion des Wirtes auf den Pilzbefall abgewartet werden, die im „Infektionstypus" verkörpert ist. Als Anfänger verfällt man zu gern auf den Fehler einer zu frühen Bonitierung. Dadurch werden in der Regel einfachere Spaltungsverhältnisse vorgetäuscht. Einerseits sind dann Unterscheidungsmerkmale zwischen den Infektionstypen IV und III noch nicht scharf genug ausgeprägt, so daß zuviel hoch anfällige Pflanzen gezählt werden, andererseits ist die Inkubationszeit des Pilzes bei den nur sehr schwach anfälligen Individuen vom Typ I vielfach etwas länger als bei hoch anfälligen Pflanzen, so daß bei zu früher Bonitierung die Typen O und I noch nicht zu unterscheiden sind. Es sei zugegeben, daß für die Zwecke der praktischen Auslese resistenter Formen ein frühzeitiges Bonitieren nach Befallsstärken vollkommen ausreichend ist, zur genetischen Analyse ist es aber unerläßlich, streng nach Infektionstypen zu klassifizieren.

Eine genaue Bewertung der Infektionsergebnisse und richtige Klasseneinteilung ist nur möglich, wenn die Pflanzen vorsichtig ab-

geschnitten und nach Klassen geordnet nebeneinander gelegt werden. Dadurch wird die Arbeit sehr beschleunigt und eine falsche Einreihung leicht entdeckt. Die Bonitierung hat immer nur nach dem Verhalten des ersten Blattes zu erfolgen, da höher inserierte Blätter sowie Blattscheiden und Koleoptilen sich etwas abweichend verhalten können.

### B. Die geprüften Gerstenkreuzungen

Als erste mehltauresistente Sorte ist uns im Jahre 1929, in dem alle deutschen Anbaugebiete unter einer verheerenden Mehltauepidemie zu leiden hatten, Pflugs Intensiv durch ihre weitgehende Feldresistenz in den Versuchen der Landessaatzuchtanstalt aufgefallen. Aus dem Verhalten der $F_5$-Nachkommenschaften von Kreuzungen dieser Sorte mit den anfälligen Sorten Criewener 403 (CP) und Heils Franken $H_1$ (HP und PH) konnte auf eine monomere Vererbung der Mehltauresistenz bei Pflugs Intensiv geschlossen werden, was durch Nachprüfung im Gewächshaus auch bestätigt werden konnte (Honecker [6]). Bei der Prüfung von $F_3$-Familien einer späteren Kreuzung Pflugs Intensiv × Katterbacher mit der Mehltaurasse A bei etwa 20 ° C im Gewächshaus ergab sich folgende Aufspaltung:

Tabelle 1

Pflugs Intensiv (i) × Katterbacher (III—IV), Rasse A

| | Homozygot resistent (Typ i) | Homozygot anfällig (Typ III—IV) | Spaltend in i : I—II : III—IV | Summa | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (1 : 3) |
|---|---|---|---|---|---|
| Absolut | 131 | 152 | 258 | 541 | — |
| Je 4 | 0.97 | 1.12 | 1.91 | 4.00 | 0.4 |

Daraus ergibt sich mit hinreichender Sicherheit für die Resistenz von Pflugs Intensiv gegen Mehltaurasse A eine monomer-intermediäre Vererbung.

Nachdem in den folgenden Jahren aus der Kreuzung Criewener 403 × Pflugs Intensiv resistente Stämme ausgelesen waren, die Pflugs Intensiv in den landwirtschaftlichen Werteigenschaften übertrafen, wurden die weiteren Züchtungsarbeiten hauptsächlich auf 2 Stämmen dieser Kreuzung, nämlich CP 103 21 und CP 127 422 aufgebaut. Diese beiden Stämme spielen deshalb auch in den folgenden erbanalytischen Betrachtungen eine wesentliche Rolle. Zu ihrer Charakteristik sei noch mitgeteilt, daß CP 127 auf Rasse A ähnlich wie Intensiv mit reinem Typ i reagiert, während CP 103 auf die gleiche Infektion mit zahlreichen chlorotischen Tüpfeln anspricht, die von Fall zu Fall je nach dem Zusammenwirken der Außenfaktoren mehr oder weniger deutlich hervortreten, so daß der Typ OO—O gegeben ist. In diesem Zusammenhang ist erwähnenswert, daß sich die beiden CP-Stämme auch in ihrem Verhalten gegen Rasse B in ähnlicher Weise unterscheiden, insofern als CP 127 422 den reinen Typ IV verkörpert, während CP 103 21 zunächst zwar auch stark befallen wird, durch Auftreten chlorotischer Veränderungen im Blattgefüge aber schließlich Infektionstypus IV—III zustande kommt. Über den Ursprung dieses Chlorosefaktors, der offenbar gegenüber beiden Mehltaurassen wirksam ist, und eine Modifizierung, d. h. Abschwächung der extremen Infektionstypen bedingt, läßt sich mit Bestimmtheit nichts aussagen. Bei den Spaltungsergebnissen späterer Kreuzungen mit CP 103 21 kommt seine Wirkung jedoch immer wieder zum Ausdruck und muß bei ihrer Deutung berücksichtigt werden.

Bei den ersten Rückkreuzungen der CP-Stämme, die wir 1931 zur weiteren Verbesserung ihrer Ertrags- und Güteeigenschaften mit verschiedenen mehltauanfälligen Sorten und Stämmen durchführten, ist uns eine größere Variabilität der $F_3$-Familien nach Kreuzungen mit CP 103 21 aufgefallen. Unsere damaligen Auslesen wurden aber in erster Linie nach praktischen Gesichtspunkten vorgenommen und unser Blick war zur sicheren Erfassung dieser feinen Unterschiede noch zu wenig geschärft, so daß in Anbetracht der geringen Pflanzenzahl je Nachkommenschaft die Trennung lediglich nach Befallstärken vorgenommen wurde. Trotzdem geht aus unseren diesbezüglichen Aufzeichnungen mit hinreichender Genauigkeit hervor, daß die Unanfälligkeit (Typ i) von CP 127 422 durch das von Pflugs Intensiv übernommene einfache Allelenpaar vererbt wird, während bei der Vererbung des Resistenzverhaltens von CP 103 21 außerdem noch ein Nebenfaktor im Spiele sein muß, der unabhängig vererbt wird, wodurch die größere Variabilität der betreffenden Kreuzungspopulationen zustande kommt.

Tabelle 2

Verhalten von $F_3$-Familien gegen Rasse A

| Kreuzung | Inf. Typ der Eltern | Homozygot resistent | Homozygot anfällig | Heterozygot | Summa | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (1 : 3) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G 1 = SB 108 × CP 103 | IV × O | 173 (i, O) | 149 (III, IV) | 338 (i—IV) | 660 | |
| | | 1,05 | 2,95 | | 4,00 | 0,74 |
| G 2 = Isaria × CP 103 . | IV × O | 80 (i, O) | 72 (III, IV) | 149 (i—IV) | 301 | |
| | | 1,064 | 2,936 | | 4,00 | 0,64 |
| G 3 = Hado × CP 127 . | IV × i | 22 (i) | 37 (IV) | 40 (i, II, IV) | 99 | |
| | | 0,89 | 3,11 | | 4.00 | 0,64 |

Nach verschiedenen Beobachtungen des Jahres 1931 (Honecker [7]) ergab sich ein Hinweis auf eine gewisse biologische Spezialisierung des Gerstenmehltaues, so daß wir im Jahre 1932 mit der rassenanalytischen Untersuchung verschiedener Mehltauherkünfte begannen. Neben der überwiegend verbreiteten Hauptrasse A konnte dabei zunächst eine weitere Rasse B nachgewiesen werden. Die Rasse B wurde bis jetzt immer nur mit A in Spuren vergesellschaftet angetroffen und besitzt demnach bis jetzt kein selbständiges Verbreitungsgebiet. Diese Eigenart des Vorkommens gilt auch für alle späterhin noch ermittelten Mehltaurassen. Daß sich an der Zusammensetzung der Rassenflora, wie wir heute nach 10 Jahren wissen, nichts Wesentliches ändern würde, durften wir auf Grund der Erfahrungen auf anderen Gebieten der Resistenzzüchtung nicht annehmen. Die Feststellung, daß unsere ersten, auf der Resistenz von Pflugs Intensiv aufgebauten gegen die Hauptrasse A resistenten Züchtungen (CP 103 21 und 127 422) im Infektionsversuch von der aggressiveren Rasse B mehr oder weniger stark befallen wurden, nahmen wir zum Anlaß, nach B-resistenten Gerstenvarietäten Umschau zu halten, in dem Bestreben durch Kreuzung derselben mit den CP-Stämmen die Resistenz gegen A und B zu kombinieren.

Außer einer Anzahl für Rasse B schwach anfälliger Gerstenvarietäten konnten wir aus einer Dalmatinischen Landgerste „Ragusa" verschiedene Formen isolieren, die gegen Mehltaurasse B höchste Resistenz (Typ i—O) aufweisen. Die Dalmatinische Landgerste Ragusa wurde im Jahre 1929 von Dr. Aufhammer von einer Adriareise mitgebracht und entstammt verschiedenen Proben, die teils auf dem Wochenmarkt in Ragusa gekauft,

teils als Ähren auf abgeernteten Feldern in der Nähe der Stadt gesammelt wurden. Wie die spätere Formentrennung ergeben hat, stellt diese Ragusagerste in morphologischer, physiologischer und phytopathologischer Hinsicht eine sehr bunt zusammengesetzte Population dar.

Eine besondere Bedeutung erlangte im Laufe der weiteren Bearbeitung des Mehltauproblems ein als „Ragusa b" bezeichneter Stamm, der einerseits als wesentlicher Bestandteil des Testsortiments zur Rassenbestimmung verwendet wird, andererseits auch als häufig benutzter Kreuzungselter maßgebend am Aufbau unseres neueren mehltauresistenten Zuchtmaterials beteiligt ist. Die mit den Mehltaurassen A und B getrennt durchgeführten Infektionsversuche an verschiedenen durch Formentrennung aus der Ragusalandgerste erhaltenen Linien ergaben, daß ein Teil der Nachkommenschaften (darunter auch Ragusa b) weder von Rasse A noch von B befallen wurden. Die von uns angestrebte Kombination der A- und B-Resistenz war damit bereits gegeben. Nachdem uns zunächst die Aufgabe gestellt war, eine mehltauresistente zweizeilige Braugerste zu züchten, die resistenten Varianten der Ragusapopulation aber ausschließlich mehrzeilig waren, wurde 1931 Ragusa b (Hord. com. alb. pol. vulg. C) mit CP 103 21 (Hord. com. alb. dist. nut. A) gekreuzt.

Kreuzung G 34 = CP 103 21 ♀ × Ragusa b ♂ (1931).
Verhalten gegen Rasse A : O i—O
„ „ „ B : III—IV O

Als Ergebnis wurden 8 Kreuzungskörner erzielt. Da mit ziemlicher Sicherheit erwartet werden konnte, daß die $F_1$-Generation dieser Kreuzung, ähnlich wie beide Eltern, gegen Rasse A befallsfrei bleiben würde, wurden die im Gewächshaus herangezogenen 8 $F_1$-Pflanzen im Frühjahr 1932 nach Entfaltung des ersten Blattes mit Rasse B infiziert. Dabei blieben sämtliche Pflanzen hoch resistent (Typ i—O), worauf die Pflanzen ins Freiland pikiert wurden. Die $F_2$-Generationen wurden 1933, nach $F_1$-Pflanzen getrennt, nicht im Gewächshaus, sondern in einer nach Süden offenen Vegetationshalle herangezogen, um auf diese Weise kräftigere Pflanzen zu erhalten und Verluste beim Umpflanzen zu vermeiden. 7 Nachkommenschaften (34/1—7) wurden mit Rasse B infiziert, die Nachkommenschaft einer $F_1$-Pflanze (34/8) wurde nach dem Auflaufen in einem abseits liegenden Gewächshaus mit Rasse A infiziert. Die mit Rasse B infizierten Individuen konnten ohne Schwierigkeiten zunächst in 2 Klassen eingeteilt werden: Einerseits befallsfrei (ähnlich dem Verhalten von Ragusa b) und andererseits ziemlich stark befallen (dem Verhalten der unter gleichen Bedingungen mitgeprüften CP 103 21 entsprechend). Bei der Klasse „befallsfrei" traten im weiteren Verlauf der Pilzeinwirkung bei einem größeren Teil der Pflanzen an der Blattspitze leichte Chlorosen mit eingesprengten nekrotischen Punkten auf, so daß die Klasse der resistenten Pflanzen einen gleitenden Übergang von Typ i—O darstellte. Die stärker chlorotischen Pflanzen wurden getrennt gezählt, um durch ihren Nachbau in der $F_3$ zu prüfen, ob sich möglicherweise homozygote und heterozygote Individuen nach der Stärke der Chlorosen unterscheiden lassen. Die Klasse der „anfälligen" zeigte einen ziemlich einheitlichen Befall. Im Gegensatz zu den übrigen Gewächshausversuchen ließ sich in der ungeheizten Vegetationshalle trotz fortgesetzter Abstäubung stark befallener Pflanzen, die im Gewächshaus mögliche Infektionsdichte auch nicht annähernd gleich stark und schnell erreichen. Entsprechend den Außenbedingungen zeigte der Befall einen ähnlichen Charakter, wie er bei Freilandpflanzen vorkommt. Die Klassifizierung der anfälligen Pflanzen

konnte deshalb nicht nach dem Infektionstypus, sondern nur nach Befallstärke vorgenommen werden. Zwischen den einzelnen $F_2$-Nachkommenschaften ergab sich im Infektionsverhalten kein Unterschied, so daß in der folgenden Zusammenstellung der Ergebnisse die einzelnen Klassen der 7 Nachkommenschaften zusammengefaßt werden konnten.

Tabelle 3

Kreuzung G 34/1—7 = CP 103 21 ♀ × Ragusa b ♂ ($F_2$, Rasse B)

| Beobachtetes Spaltungsergebnis | Resistent (i—00) | Resistent (00—0) | Anfällig (III—IV) | Summa | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (3 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|
| Absolut . . . . . | 256 | 587 | 253 | 1096 | — |
| Je 4 . . . . . . | 3.076 | | 0.924 | 4.00 | 1.45 |

Daraus ergibt sich eine monofaktorielle Vererbung mit weitgehender Dominanz der B-Resistenz von Ragusa b.

Die zahlenmäßig besonders umfangreiche Nachkommenschaft G 34/8, die unter gleichen Bedingungen herangezogen war, wurde in einem isolierten Gewächshaus einer Infektion mit Rasse A unterzogen. Die Klasse der resistenten Individuen wurde nach den obigen Gesichtspunkten bewertet und aufgeteilt, während die anfälligen Pflanzen bezüglich ihrer Befallstärke in wesentlich weiteren Grenzen variierten, so daß eine Trennung in „schwach anfällig“ und „stark anfällig“ vorgenommen werden konnte.

Tabelle 4

Kreuzung G 34/8 ($F_2$, Rasse A)

| Spaltungsergebnis | Resistent (i—00) | Resistent (00—0) | Schwach anfällig (I—IV) | Stärker anfällig (III—IV) | Summa | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (13 : 3) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Absolut . . . . . | 67 | 138 | 22 | 24 | 251 | — |
| Je 16 . . . . . | 13.07 | | 2.93 | | — | 0,18 |

Das Auftreten anfälliger Pflanzen in der $F_2$ der vorstehenden Kreuzung deutet darauf hin, daß die Resistenz der Sorten CP 103 21 und Ragusa b, die sich gegenüber der Rasse A annähernd gleich verhalten, durch verschiedene Faktoren bedingt wird. Durch Zusammenziehung aller resistenten Pflanzen einerseits sowie aller anfälligen andererseits ergab sich ein Spaltungsverhältnis von etwa 13 : 3, dessen Deutung uns aber erst nach weiteren Untersuchungen möglich wurde.

Sämtliche $F_2$-Individuen wurden nach der Klassifizierung ins Freiland umgepflanzt, um durch die nächstjährige Prüfung der $F_3$-Familien die Beobachtungen an den Einzelpflanzen zu kontrollieren. Von insgesamt 1347 in $F_2$ geprüften Individuen wurden 1220 Nachkommenschaften gewonnen, woraus sich ein Pflanzenverlust von 9,5 % errechnet, der überwiegend durch das Umpflanzen entstanden ist. Dieser Pflanzenverlust verteilt sich nicht gleichmäßig auf resistente und anfällige Individuen, sondern trifft überraschenderweise die resistente Gruppe mit 11,2 % auffallend stärker wie die Klasse der anfälligen Pflanzen (nur 4,4 %). Das Gegenteil hätte man erwarten sollen, da die anfälligen Individuen trotz vorheriger Abhärtung durch Anzucht in der ungeheizten Vegetationshalle, durch den Befall, welcher sich auch im Freiland weiter auswirkte, doch sicher geschwächt waren. Dies deutet darauf hin, daß mit der Meltauresistenz bestimmte Eigenschaften physiologischer Art zu korrelieren scheinen, die

den resistenten Pflanzen den Kampf mit widrigen Umweltverhältnissen erschweren.

Durch Infektion mit Mehltaurasse B sollte auf Grund des Verhaltens der $F_3$-Familien die Zuverlässigkeit unserer Klassifizierung der Einzelpflanzen nachgeprüft werden. Insbesondere war zu untersuchen, ob die Trennung der resistenten Varianten nach dem Grad ihrer chlorotischen und nekrotischen Verfärbungen berechtigt war. Das Ergebnis der Prüfung des Nachbaues der beiden Klassen (i—OO und OO—O) in der $F_3$ beweist, daß die verschiedene Ausprägung der Chlorosen und Nekrosen rein modifikativer Natur gewesen sein muß, da in beiden Klassen homozygot-resistente und heterozygote Familien in einem nahezu gleichen Verhältnis erfaßt worden waren. Die Resistenz der Ragusa gegen Rasse B gegenüber der Anfälligkeit der CP 103 21 ist demnach vollständig dominant. Mit Ausnahme von 3 Pflanzen (vermutlich Verwechslungen beim Umpflanzen oder Ernten) erwiesen sich dagegen sämtliche in $F_2$ als anfällig bonitierten Pflanzen auch in ihren $F_3$-Nachkommenschaften konstant anfällig.

Tabelle 5

Kreuzung G 34, $F_3$-Familien, Rasse B

| Verhalten der $F_2$-Pflanzen | Verhalten der $F_3$-Familien: homozygot resistent (i—O) | Verhalten der $F_3$-Familien: heterozygot | Verhalten der $F_3$-Familien: homozygot anfällig (III—IV) | Sa. | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (3 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|
| (i—OO) wenig Chlorose | 117<br>39.3 % | 181<br>60.7 % | — | 298 | |
| (OO—O) stärkere Chlorose | 256<br>40,4 % | 377<br>59.6 % | — | 633 | |
| Anfällig (III—IV) | 3 | — | 286 | 289 | |
| Summe | 376 | 558 | 286 | 1220 | |
| Je 4 | 3,062 | | 0.938 | 4,00 | 1,25 |

Da es sich bei der Kreuzung G 34 = CP 103 21 × Ragusa b um eine distichum × polystichum-Kreuzung handelt und die in $F_2$ nach ihrem Mehltauverhalten klassifizierten Pflanzen im Freiland zur Reife gebracht wurden, war es möglich, die Aufspaltungen des Materials nach der Zeilenzahl zu ermitteln und die dabei erhaltenen Phänotypenklassen nach ihrem Mehltauverhalten unterzuteilen. Nach Vererbungsstudien an verschiedenen Gerstenkreuzungen von Huber (11) beruht der Unterschied zwischen der distichum- und polystichum-Eigenschaft auf dem Allelenpaar Z—z, als Glieder einer multiplen Serie Z'—Z—z (deficiens-distichum-polystichum). Daß die bei dem hier vorliegenden Material festgestellte Anzahl der zweizeiligen Varianten die Erwartung wesentlich übersteigt (Tabelle 6), beruht darauf, daß die zweizeiligen intermedium-Formen in der $F_2$ phänotypisch schwer von den homozygot-zweizeiligen unterschieden werden konnten und deshalb zweifellos teilweise zu den zweizeiligen gezählt wurden. Durch Zusammenfassung dieser beiden Klassen ergibt sich aber eine gesicherte monofaktorielle Aufspaltung.

Aus der Korrelationstabelle 6 läßt sich ersehen, daß zwischen der für die Zeilenzahl der Gerste verantwortlichen Allelenreihe und dem Faktor für die Resistenz der Ragusa b gegen Mehltaurasse B eine stärker in Erscheinung tretende Koppelung nicht besteht.

Dies geht insbesondere aus dem durch Zusammenfassung der entsprechenden $F_2$-Phänotypen gebildeten dihybriden Spaltungsverhältnis hervor, das mit 8,95 : 3,27 : 2,93 : 0,85 der Erwartung 9 : 3 : 3 : 1 bei völliger Unabhängigkeit beider Merkmale hinreichend nahe kommt.

Tabelle 6

Kreuzung G 34, Beziehungen zwischen der Zeilenzahl und dem Verhalten von Keimpflanzen der Gerste gegen Mehltaurasse B

| | Homozygot resistent | Heterozygot | Homozygot anfällig | Sa. | Zeiligkeit je 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Distichum | 123 | 193 | 96 | 412 | 2,977 |
| Intermedium | 131 | 239 | 126 | 496 | |
| Polystichum | 123 | 125 | 64 | 312 | 1,023 |
| Summe | 377 | 557 | 286 | 1220 | |
| Meltaurasse B je 4 | 3,062 | | 0,938 | | |

Phänotypisches Verhalten gegen Mehltaurasse B und Zeiligkeit

| | Resistent | | Anfällig | |
|---|---|---|---|---|
| | distichum | polystichum | distichum | polystichum |
| Absolut | 686 | 248 | 222 | 64 |
| Je 16 | 8,95 | 3,27 | 2,93 | 0,85 |
| $\frac{D}{m}$ | 0,22 | 1,60 | 0,39 | 1,35 |

Neben der erbanalytischen Untersuchung verschiedener Gerstenvarietäten gegen die bis dahin bekannten Mehltaurassen A und B wurde im Jahre 1934 auch die Prüfung verschiedener Mehltauherkünfte auf ihre rassenmäßige Zusammensetzung weiter fortgesetzt. Durch Verwendung der resistenten Varietäten CP 127 und Ragusa b als Fangsorten zur Fraktionierung der jeweiligen Mehltauherkünfte, gelang es, neben den bereits bekannten Rassen A und B, aus südbayerischen Pilzherkünften 2 weitere Rassen C und D zu isolieren.

Da die besonders aggressive Rasse C, die bis dahin bei unseren Züchtungsarbeiten bevorzugten Gerstenvarietäten CP und Ragusa in gleicher Weise stark zu befallen vermochte, mußte sie zunächst bei unseren erbanalytischen Untersuchungen unberücksichtigt bleiben, bis entsprechend resistente Gerstensorten gefunden waren. Für die Rasse D wurde dagegen auf Grund der Sortimentsprüfung eine ganz spezifische Aggressivität festgestellt. Es zeigte sich nämlich, daß verschiedene Gerstenvarietäten gegenüber den Mehltaurassen B und D sich vollkommen gegensätzlich verhalten, indem bei der gleichen Sorte entweder Unanfälligkeit für Rasse B mit höchster Anfälligkeit für Rasse D und umgekehrt zusammentrifft. Neben einer Anzahl anderer Gerstenvarietäten, die ich als Anfälligkeitsgruppe 6 zusammengefaßt habe, zeigen dieses gegensätzliche Verhalten auch die in der vorausgehend behandelten Kreuzung G 34 verwendeten Elternsorten:

| | | |
|---|---|---|
| CP 103 21 | B-anfällig | D-resistent |
| Ragusa b | B-resistent | D-anfällig |

Es fragte sich nun, ob für das Verhalten beider Sorten gegenüber den Rassen B und D zwei getrennte Faktoren im Spiele sind oder ob das reziprok-gegensätzliche Verhalten dieser beiden Sorten durch ein und dasselbe Allelenpaar bedingt wird, was eine absolute Koppelung zwischen

B-Anfälligkeit und D-Resistenz und umgekehrt bedeuten würde. Die Klärung dieser Erblichkeitsverhältnisse mußte in vererbungstheoretischer Hinsicht besonders reizvoll erscheinen und war vor allem im Hinblick auf die Möglichkeiten und weiteren Erfolgsaussichten der praktischen Resistenzzüchtung von ausschlaggebender Bedeutung.

Nachdem bereits durch Untersuchung der $F_2$-Generation von G 34 nachgewiesen und durch Nachprüfung in $F_3$ bestätigt war, daß die B-Resistenz der Ragusa b auf einem dominanten Faktor beruht, konnte die vorausgehend aufgeworfene Frage durch die nachfolgende Infektion der gleichen $F_3$-Familien mit Rasse D geklärt werden. Da nur noch von 957 $F_3$-Nachkommenschaften genügend Saatgut verfügbar war, mußte das Spaltungsverhältnis aus dieser Gesamtzahl errechnet werden (Tabelle 7). Daraus läßt sich entnehmen, daß die Resistenz von CP 103 21 gegen Rasse D monofaktoriell vererbt wird. Wie sich aus den summarischen Spaltungszahlen der $F_3$-Heterozygoten ergibt, ist bei der Vererbung des Verhaltens gegen Rasse D die Anfälligkeit dominant. In späteren Kreuzungen ergab sich jedoch, daß die Dominanz keine vollständige ist, so daß von Fall zu Fall die Heterozygoten mehr oder weniger stark von den homozygot-anfälligen Pflanzen in der Befallstärke abweichen und unterschieden werden können.

Tabelle 7

Kreuzung G 34, $F_2$-Familien, Rasse D, CP 103 21 (i) × Ragusa b (III—IV)

| Spaltungsergebnis | Homozygot resistent (i—0) | Heterozygot i III—IV | Homozygot anfällig (III—IV) | Sa | Spaltung der Heterozygoten resistent | Spaltung der Heterozygoten anfällig | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (1 : 3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| absolut . | 230 | 474 | 253 | 957 | 1195 | 3455 | |
| je 4 . . . | 0,961 | 1,982 | 1,057 | 4,00 | 1,028 | 2,972 | 0,69 |
| | | 3,039 | | | $\frac{D}{m} = 1,09$ | | |

Die Feststellung, daß die Resistenz der CP 103 21 gegen Rasse D monomer-rezessiv vererbt wird, im Gegensatz zur monomer-dominanten Vererbung der B-Resistenz von Ragusa b in der gleichen Kreuzung, ließ, im Zusammenhang mit der Erfahrung, daß auch bei anderen Pilzkrankheiten die rezessive Vererbung von Resistenzmerkmalen verhältnismäßig selten vorkommt, zunächst die Vermutung aufkommen, daß die Anfälligkeit der CP für Rasse B und ihre Resistenz gegen Rasse D sowie das entgegengesetzte Verhalten der Ragusa b auf dem gleichen Allelenpaar beruhen könnten. In diesem Falle müßten sämtliche homozygot D-anfälligen Nachkommenschaften gegen Rasse B resistent sein und umgekehrt.

Ein Vergleich der Infektionsergebnisse der entsprechenden Nachkommenschaften bezüglich der Rassen B und D ergab, daß diese Vermutung glücklicherweise nicht zutrifft, so daß also die B-Resistenz von Ragusa b und die D-Resistenz von CP 103 21 auf die Wirksamkeit von 2 selbständigen Faktoren zurückgeführt werden müssen (Tabelle 8).

Durch Gegenüberstellung der in getrennten Untersuchungen mit den Rassen B und D gewonnenen Beobachtungsergebnissen, wie sie in Tabelle 8 vorgenommen ist, kann mit hinreichender Sicherheit geschlossen werden, daß die dem reziprok gegensätzlichen Verhalten gegen die Mehltaurassen B und D der Gerstenvarietäten CP 103 21 und Ragusa b zugrunde liegenden Gene weitgehend voneinander unabhängig sind.

Tabelle 8

Kreuzung G 34, Beziehungen zwischen dem Verhalten gegen die Mehltaurassen B und D. Klassifikation in der $F_3$-Generation

| | Verhalten der Eltern gegen Mehltaurasse B | Verhalten der Eltern gegen Mehltaurasse D | Zahl der $F_3$-Familien | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Mehltaurasse B | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Mehltaurasse D | Phänotyp der $F_2$ im Verhalten gegen Rasse B | Phänotyp der $F_2$ im Verhalten gegen Rasse D | Relativ je 16 erwartet | Relativ je 16 beobachtet | $\frac{D}{m}$ für K = 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 62 | resistent | resistent | i—0 | i | 3 DR | 2,74 | 1,29 |
| CP 103 21 ♀ | III—IV | i | 102 | heterozygot | resistent | i—0 | i | | | |
| | | | 129 | resistent | heterozygot | i—0 | III—IV | 9 DD | 8,52 | 1,87 |
| Ragusa b ♂ | i—0 | III—IV | 205 | heterozygot | heterozygot | i—0 | III—IV | | | |
| | | | 79 | resistent | anfällig | i—0 | III—IV | | | |
| | | | 97 | heterozygot | anfällig | i—0 | III—IV | | | |
| | | | 66 | anfällig | resistent | III—IV | i | 1 RR | 1,13 | 1,04 |
| | | | 140 | anfällig | heterozygot | III—IV | III—IV | 3 RD | 3,62 | 3,04 |
| | | | 77 | anfällig | anfällig | III—IV | III—IV | | | |
| | | | 957 | | | | | | 16,01 | |

In Tabelle 6 konnte der Nachweis geführt werden, daß zwischen der B-Resistenz von Ragusa b und der polystichum-Eigenschaft dieser Sorte eine merkliche genetische Bindung nicht besteht. Über die entsprechenden Beziehungen zwischen der D-Resistenz von CP 103 21 und der Zweizeiligkeit dieser Sorte läßt sich aus den Ergebnissen der Tabelle 9 ohne weiteres kein eindeutiger Schluß ziehen, da infolge der geringeren Kornzahl der zweizeiligen und intermedium-Formen nur ein Teil derselben auf ihr Verhalten gegen Rasse D geprüft werden konnte, während von den polystichum-Formen noch durchwegs genügend Saatgut zur Prüfung verfüg-

Tabelle 9

Kreuzung G 34, Beziehungen zwischen der Zeilenzahl und dem Verhalten der Keimpflanzen gegen Mehltaurasse D

(Die eingeklammerten Zahlen stellen korrigierte Werte dar)

| | Homozygot anfällig | Heterozygot | Homozygot resistent | Sa. | Zeiligkeit je 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Distichum . . . . . | 51 (74) | 149 (217) | 83 (121) | 283 (412) | 2,977 |
| Intermedium . . . . | 120 (164) | 170 (233) | 72 (99) | 362 (496) | |
| Polystichum . . . . | 82 | 155 | 75 | 312 | 1,023 |
| Summe | (320) | (605) | (295) | (1220) | |
| Mehltaurasse D je 4 | 3,033 | | 0,967 | | |

Phänotypisches Verhalten gegen Mehltaurasse D und Zeiligkeit

| | Anfällig distichum | Anfällig polystichum | Resistent distichum | Resistent polystichum |
|---|---|---|---|---|
| Absolut . . . . . | 490 (688) | 155 (220) | 237 | 75 |
| Je 16 . . . . . | 8,19 (9,02) | 2,59 (2,99) | 3,96 (3,11) | 1,26 (0,98) |
| $\frac{D}{m}$ . . . . . . . | 0,09 | 0,06 | 0,61 | 0,18 |

bar war. Das Spaltungsverhältnis bezüglich der Zeilenzahl ist deshalb stark zugunsten dieser Gruppe verschoben, so daß die Beziehungen zwischen den beiden fraglichen Genen ohne Korrektur der beobachteten Zahlen ein schiefes Bild geben würden. Nach Durchführung dieser Korrektur (eingeklammerte Zahlen in Tabelle 9) ergibt sich jedoch durch Zusammenfassung der Heterozygoten mit den nicht immer absolut sicher feststellbaren entsprechenden Homozygoten ein der Erwartung weitgehend angenähertes dihybrides Spaltungsverhältnis, so daß damit für die 3 Merkmale B- und D-Resistenz sowie Zeilenzahl, welche in der vorliegenden Kreuzung G 34 im Hinblick auf die Möglichkeiten der praktischen Züchtung besonders interessieren, ein gegenseitig unabhängiges Verhalten in der Vererbung nachgewiesen ist.

Auf Grund der Sortimentsprüfungen mit den verschiedenen Mehltaurassen war festgestellt worden, daß die beiden in der Kreuzung G 34 als Eltern vertretenen Gerstenvarietäten gegen die Rassen B und D ein reziprok gegensätzliches Verhalten zeigen, während sie der Hauptmehltaurasse A gegenüber beide hoch resistent sind. Für die hier in Frage stehenden Gerstensorten und Mehltaurassen ergibt sich nachfolgende Infektionswirkung:

| Gerstensorte | Meltaurasse | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | D |
| CP 103 21 . . . . . | 0 | IV—III | i |
| Ragusa b . . . . . | 0 | i—OO | III—IV |

Wenn auch bei CP 103 21 die Wirkung einer starken Infektion mit Rasse A sich durch Erscheinen meist zahlreicher kleiner chlorotischer Tüpfel äußert, die besonders im vorgeschrittenen Stadium der Infektion zu größeren Flächen zusammenlaufen können, während sich bei Ragusa b als Anzeichen einer stärkeren Infektion mit derselben Rasse einzelne punktförmige braune Stellen (Nekrosen) vorwiegend im Gewebe der Blattspitze zeigen, die mitunter auch noch von einer leichten chlorotischen Verfärbung begleitet sind, so konnte als naheliegend zunächst doch angenommen werden, daß die Unanfälligkeit beider Sorten auf die genetische Wirksamkeit desselben Hauptfaktors zurückzuführen sei.

Die ersten Zweifel in dieser Beziehung machten sich auf Grund der Prüfung der $F_2$-Nachkommenschaft G 34/8 geltend, bei welcher eine Aufspaltung in hoch resistente (Typ i—OO—O) und in verschiedenem Grade anfällige Pflanzen (Typ I—II—III—IV) nach dem hinreichend gesicherten Verhältnis 13 : 3 festgestellt wurde (Tabelle 4). Unter der Voraussetzung, daß die Resistenzgene von CP und Ragusa bezüglich der Rasse A zueinander allel sind, war eine Spaltung überhaupt nicht zu erwarten. Es müssen also verschiedene Gene dabei im Spiele sein.

Das durch die bisherigen Versuche teilweise aufgebrauchte $F_3$-Material der Kreuzung G 34 erschien zu einer erschöpfenden Beantwortung dieser Frage weder ausreichend, noch besonders geeignet. Vielmehr war von einer vollkommen getrennten genetischen Analyse der einzelnen in Frage stehenden Resistenzeigenschaften zur Aufhellung des Sachverhaltes mehr zu erwarten, als die Untersuchung der komplizierten Kreuzung G 34 bieten konnte. Nachdem für die CP-Resistenz gegen Rasse D und die Ragusaresistenz gegen Rasse B eine unabhängige Vererbung nachgewiesen war, lassen sich nach der Chromosomentheorie aus den gegenseitigen Be-

ziehungen zwischen A- und D-Resistenz der CP einerseits, sowie A- und B-Resistenz der Ragusa b andererseits gewisse Schlußfolgerungen auf die Lokalisation der A-Resistenzgene beider Gerstensorten ziehen.

Zur Klarstellung der angedeuteten Zusammenhänge mußten Kreuzungen herangezogen werden, in denen die beiden teilresistenten Sorten CP und Ragusa, je für sich mit einer vollanfälligen Sorte bastardiert waren. Bezüglich CP 103 21 konnte auf das $F_3$-Material der Kreuzung G 1 zurückgegriffen werden. Nach Tabelle 2 wurde für die CP-Resistenz ein Hauptfaktor nachgewiesen, der in heterozygoter Veranlagung intermediäres Verhalten bewirkt. Die Infektion des Restmaterials von G 1 mit Rasse D ergab innerhalb der einzelnen Klassen volle Übereinstimmung mit dem früher ermittelten Verhalten gegen Rasse A (Tabelle 10). Demnach müssen die A- und D-Resistenz der CP-Gersten auf dem gleichen Faktor begründet sein. Dieses Gen zeigt allerdings eine der Aggressivität der beiden Rassen A und D entsprechend unterschiedliche Wirkung, die gegen Rasse A schon bei heterozygoter Veranlagung in einer deutlichen Abschwächung des Befalles von Typ III : IV auf I : II erkennbar ist ($F_1$ intermediär), während sich gegenüber der aggressiveren Rasse D eine Resistenzwirkung nur in homozygot-rezessiver Veranlagung zeigt ($F_1$ mehr oder weniger stark anfällig). Das hier festgestellte analoge Verhalten der auf Pflugs Intensiv aufgebauten CP-Gersten bezüglich der Rassen A und D konnte in späteren Kreuzungen immer wieder bestätigt werden und gilt auch für verschiedene andere Gerstenvarietäten fremder Abstammung.

Tabelle 10

Verhalten von $F_3$-Familien der Kreuzung G 1 gegen die Rassen A und D

| Mehltaurasse | Elternsorten | Homozygot resistent | Heterozygot | Homozygot anfällig | Sa. | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (1 : 3) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SB 108 × CP 103 | | | | | |
| A | IV × 0 | 173 (i, 0) | 338 (i – IV) | 149 (III – IV) | 660 | |
| D | IV × i | 173 (i) | 338 (i + IV) | 149 (IV) | 660 | |
| | | 1,048 | 2,952 | | 4,00 | 0,72 |

Zur Ermittlung der Beziehungen zwischen der A- und B-Resistenz der Ragusa b lagen Kreuzungen mit einer für beide Rassen stark anfälligen Sommergerstensorte nicht vor. Dagegen stand mir die gewünschte Kombination der Infektionstypen IV × i—0 in einer Wintergerstenkreuzung zur Verfügung.

Tabelle 11

Kreuzung W. G. 5 = Mahndorfer Viktoria × Ragusa b, Verhalten von $F_3$-Familien gegen die Rassen A und B

| Mehltaurasse | Verhalten der Eltern | Homozygot resistent | Heterozygot | Mehr oder weniger anfällig | Sa. | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (1 : 3) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | IV × i – 00 | 144 (i, 0) | 258 (i, III, IV) | 114 (III, IV) | 516 | |
| A | IV × 0 | 144 (0) | 258 (0, II, IV) | 114 (II, IV) | 516 | |
| | | 1,12 | 2,88 | | 4,00 | 1,58 |

Die Aufspaltung nach dieser Bastardierung verlief nicht so klar, wie es bei den CP-Gersten der Fall ist. Bei Infektion mit Rasse B variierte die Befallstärke der anfälligen Nachkommenschaften in sich und unter sich zwischen III und IV. Bei Vernachlässigung dieser feinen Unterschiede ergab sich eine monohybrid-dominante Vererbung der Ragusaresistenz gegen Rasse B. Das gleiche Material zeigte aber nach Infektion mit Rasse A jedoch eine auffallend stärkere Variation der Befallstärke, wobei konstant-schwach anfällige Nachkommenschaften vom Typ II auftraten, so daß hier eine dihybride Spaltung unverkennbar war. Demnach besteht die Resistenz der Ragusa b aus 2 Komponenten: Ein Hauptfaktor bewirkt in homo- und heterozygoter Veranlagung gegen die Mehltaurassen A und B Befallsfreiheit (Typ O bzw. i—OO), durch einen Nebenfaktor wird im homozygoten Zustand die Anfälligkeit mehr oder weniger herabgesetzt.

Der Grad der Verschiebung der normal starken, in Richtung einer schwächeren Anfälligkeit, wie sie durch diesen Nebenfaktor, je nach Mehltaurasse bewirkt wird, steht sinngemäß in einem umgekehrten Verhältnis zur Aggressivität dieser Rassen. Wie durch die Sortimentsprüfung festgestellt war, ist diese bei Rasse B größer und dementsprechend die Abschwächung des Befalles der anfälligen Varianten durch den Nebenfaktor nur gering, so daß sie bei der Klassifizierung schwer zu erfassen ist (von Typ IV nach III). Der durch Rasse A hervorgerufene Befall wird entsprechend ihrer geringeren Aggressivität durch die Wirksamkeit des Nebenfaktors stärker verschoben (von Typ IV nach II), wodurch deutlich der bifaktorielle Erbgang erkennbar wird. Diese Beziehung deutet an, daß die zwar graduell verschieden starke Befallsverschiebung auf dem gleichen Nebengen beruht.

Die Wirkung des Nebenfaktors auf die beiden hier in Frage stehenden Mehltaurassen äußert sich indessen nur, wenn der Hauptfaktor rezessiv vorliegt. Der höhere Resistenzgrad (Typ i—O), als phänotypische Äußerung des Hauptfaktors, erweist sich demnach als epistatisch über die je nach vorliegender Mehltaurasse mehr oder weniger stark ausgeprägte Resistenzwirkung der Nebenrasse. Das in Tabelle 11 durch Zusammenfassung aller mehr oder weniger stark befallenen Varianten zur Klasse „anfällig" nur vorgetäuschte monohybride Spaltungsverhältnis stellt somit nur die Wirkung des Hauptfaktors dar, auf den sich unsere ursprüngliche Fragestellung allein bezog. Die völlige Übereinstimmung aller homozygotresistenten Familien bei Infektion mit Rasse A und B beweist nämlich, daß die hohe Resistenz (Typ i—O) der Ragusa b gegen beide Mehltaurassen durch das gleiche Hauptgen bedingt wird.

Die hier festgestellte Bindung zwischen der A-B-Resistenz der Ragusa b stellt eine interessante Parallele dar zu der analogen Beziehung zwischen der A-D-Resistenz der CP-Gersten. Die gleiche Erscheinung, daß die Resistenz bestimmter Sorten gegen verschiedene Pilzrassen gruppenweise durch einzelne Gene bedingt wird, wurde auch von Straib (16) bei Gelbrost nachgewiesen. Dieser sogenannten „Gruppenresistenz" kommt demnach in der Phytopathologie allgemeine Bedeutung zu, wodurch das Problem der Resistenzzüchtung auf faktorieller Grundlage trotz stärkerer Spezialisierung der Pilze wesentlich vereinfacht wird.

Auch für die Mehltauresistenzzüchtung ergeben sich auf Grund der vorausgehend gewonnenen Erkenntnisse verschiedene Folgerungen: Nachdem die A-D-Resistenz der CP-Gerste einerseits und die A-B-Resistenz der Ragusa b andererseits auf je einem Faktor mit pleiotroper Wirkung beruhen und in der Kreuzung G 34 = CP 103 21 × Ragusa b für die Ver-

erbung der D- bzw. B-Resistenz zwei voneinander unabhängige Gene nachgewiesen wurden, ergibt sich, daß die Resistenz gegen die in der praktischen Resistenzzüchtung in erster Linie zu berücksichtigende Hauptmehltaurasse A durch 2 verschiedene (polymere) Faktoren bedingt sein kann. Jeder dieser Faktoren bewirkt für sich allein schon Befallsfreiheit gegen Rasse A, so daß durch die kombinierte Wirkung beider Faktoren eine Resistenzsteigerung nicht mehr möglich ist. Im Gegenteil ist bezüglich der Vererbung der A-Resistenz in der Kreuzung der teilresistenten Sorten CP 103 21 × Ragusa b eine Transgression nach der anfälligen Richtung zu erwarten, wie es in der $F_2$-Generation von G 34/8 tatsächlich beobachtet wurde (s. Tabelle 4).

Zu der Zeit als die in Tabelle 4 niedergelegten Ergebnisse der $F_2$-Spaltung der A-Resistenz von G 34/8 festgestellt wurden, waren die Zusammenhänge der auf pleiotroper Genwirkung beruhenden gekoppelten Vererbung der A-D-Resistenz bei CP sowie der A-B-Resistenz bei Ragusa im einzelnen noch unbekannt. Es widersprach deshalb zunächst unserer Erwartung, daß in $F_2$ anfällige Pflanzen überhaupt auftraten. Daß es sich dabei nicht um eine monohybride Spaltung handelte, mußte aus der starken Variation der befallenen Pflanzen geschlossen werden, die sich von I—II—III—IV bewegte, ohne daß eigentlich eine scharfe Abgrenzung der Befallstypen möglich gewesen wäre. Deshalb wurden auch in Tabelle 4 die mehr gefühlsmäßig gebildeten Gruppen „schwächer anfällig" (I—II) und „stärker anfällig" (III—IV) bei der Berechnung der Verhältniszahlen zusammengefaßt und der Summe aller nicht befallenen Pflanzen (i—00—0) gegenübergestellt. Bei der seinerzeitigen Beurteilung war bereits aufgefallen, daß sich in der $F_2$-Generation von G 34/8 nach Infektion mit Rasse A im ganzen betrachtet eine stark fluktuierende Variabilität zeigte, im Gegensatz zu der deutlich alternativen Spaltung nach Infektion mit Rasse B bei den übrigen $F_2$-Familien G 34/1—7 (Tabelle 3).

In Anbetracht der immerhin weiten räumlichen Entfernung der Herkunftsgebiete beider Gerstensorten, sowie ihrer vielfältigen Unterschiede in morphologischer und physiologischer Hinsicht, war die polymere Natur ihres Verhaltens gegen die Hauptmehltaurasse A verständlich. Nachdem bei der verhältnismäßig geringen zur Prüfung auf A-Verhalten zur Verfügung stehenden Pflanzenzahl einer einzigen $F_1$-Nachkommenschaft mit einem gesicherten Spaltungsverhältnis nicht gerechnet werden konnte, mußte die Frage, ob das tatsächliche je 16 beobachtete Verhältnis von 13,07 : 2,93 nun als 12 : 4 oder 13 : 3 zu deuten sei, offengelassen werden.

## Die Wirkung der Resistenz-Gene

### a) Hauptfaktoren der A-B- und A-D-Unanfälligkeit

Nachdem wir durch die getrennte Analysierung der Resistenzkomplexe beider Elternsorten näheren Einblick in deren Struktur und Vererbung gewonnen haben, sind wir nun auch in der Lage, uns den komplizierten Erbgang in der Kreuzung G 34 je nach Infektion mit einer der in Frage stehenden Mehltaurassen A, B oder D oder mit einem Gemisch derselben vorzustellen.

Ohne mich bezüglich einer Nomenklatur der Gene vorläufig endgültig festlegen zu wollen, seien in den nun folgenden hypothetischen Betrachtungen lediglich zwecks besserer Veranschaulichung der Zusammenhänge die Hauptgene mit den ihrer Resistenzwirkung entsprechenden Buchstaben bezeichnet, und zwar will ich mich zunächst auf die Gene beschränken, denen die Alternative „befallen" oder „nicht befallen" zugrunde

liegt (Hauptfaktoren). Nachdem für den Ragusafaktor in dominanter Veranlagung B-Resistenz spezifisch ist, soll ihm die Bezeichnung BB verliehen werden, dementsprechend müßte der CP-Faktor, weil er in rezessiver Veranlagung D-Resistenz bedingt, die Bezeichnung dd erhalten. Dabei ist im Auge zu behalten, daß durch das Allelenpaar BB neben der B-Resistenz auch höchste Resistenz gegen die Hauptrasse A bewirkt wird, wobei sowohl A- als auch B-Resistenz dominant vererbt werden. Höchste Resistenz gegenüber Rasse A wird aber darüber hinaus auch in Verbindung mit D-Resistenz durch das pleiotrop wirkende rezessive Gen dd bedingt, wobei die Vererbung der A-Resistenz allerdings nach dem intermediären Schema erfolgt. Als wesentlich ist weiterhin zu berücksichtigen, daß nach den bisherigen Beobachtungen der höhere Resistenzgrad immer epistatisch über geringere Resistenz ist.

Um jeden in der Nachkommenschaft der Kreuzung G 34 auftretenden Genotyp hinsichtlich seiner phänotypischen Ausprägung richtig beurteilen zu können, soll zunächst je nach dominanter, heterozygoter oder rezessiver Veranlagung die phänotypische Wirkung der beiden Hauptgene nach Infektion mit den Rassen A, B und D dargestellt werden.

Tabelle 12a

| Genotyp | Phänotyp bei Infektion mit Rasse | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | D |
| BB | 0 | i—00 | — |
| Bb | 0 | i—00 | — |
| bb | IV | IV | — |
| DD | IV | — | IV |
| Dd | II | — | IV |
| dd | | | |

Für die Kreuzung G 34 = CP 103 21 × Ragusa b kann also deduktiv folgender Erbgang erwartet werden:

Tabelle 12b

P: CP 103 21 × Ragusa b
bb dd BB DD
$F_1$: Bb Dd

$F_2$:

| Gruppe | Genotyp | Häufigkeit je 16 | Phänotypisches Verhalten gegen Rasse | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A | B | D | Gemisch A, B, D |
| 1 | BB DD | 1 | 0 | i—00 | IV | IV |
| 2 | BB Dd | 2 | 0 | i—00 | IV | IV |
| 3 | BB dd | 1 | 0 | i—00 | i | 0 |
| 4 | Bb DD | 2 | 0 | i—00 | IV | IV |
| 5 | Bb Dd | 4 | 0 | i—00 | IV | IV |
| 6 | Bb dd | 2 | 0 | i—00 | i | 0 |
| 7 | bb DD | 1 | IV | IV | IV | IV |
| 8 | bb Dd | 2 | II | IV | IV | IV |
| 9 | bb dd | 1 | 0 | IV | i | IV |

Es sind also in $F_2$, je nachdem welche Mehltaurasse zur Infektion herangezogen wird, folgende Spaltungen zu erwarten:

für A . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 13 × 0 : 2 × II : 1 × IV
für B . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 12 × i—00 : 4 × IV
für D . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4 × i : 12 × IV
für Rassengemisch A + B + D und B + D . . 3 × 0 : 13 × IV

Wie aus den Tabellen 3, 5 und 7 entnommen werden kann, stehen die experimentellen Befunde für die Vererbung der B- und D-Resistenz, je für sich betrachtet, in gutem Einklang mit der Erwartung. Nach Tabelle 8 trifft dies auch für die kombinierte Wirkung der B-D-Resistenz zu. Die Übereinstimmung der in Tabelle 4 niedergelegten Infektionsergebnisse mit Rasse A bei der $F_1$-Nachkommenschaft G 34/8 ist in Anbetracht der geringen Pflanzenzahl wider Erwarten gut (13,07 : 2,93). Zu einer Nachprüfung dieses in $F_2$ an nur einer Nachkommenschaft festgestellten Verhaltens gegen Rasse A an Hand sämtlicher $F_3$-Familien reichte das Material nicht mehr aus. Es wurden lediglich die in $F_2$ als homozygot angesprochenen Nachkommenschaften, soweit noch Saatgut verfügbar war, gruppenweise in $F_3$ mit Rasse A infiziert. Dabei wurde folgendes festgestellt:

1. 55 von 62 Nachkommenschaften, die nach Tabelle 8 gegen B und D resistent waren (Genotyp: BB dd), blieben ausschließlich auch gegen Rasse A befallsfrei, und zwar wurde bei 15 Familien nur Typ i, bei 14 Familien nur Typ 0 und bei 26 Familien beide Typen beobachtet.
2. Von den 79 Familien, die nach Tabelle 8 zum Genotyp BB DD gezählt waren, blieben 67 der Erwartung entsprechend bei Infektion mit Rasse A unbefallen, und zwar 18 × i, 15 × 0 und 34 × i und 0. Dagegen verhielten sich 9 Nachkommenschaften insofern abweichend, als sie neben vorwiegend resistenten Pflanzen auch vereinzelt anfällige enthielten, wobei alle Befallsstärken von I—IV etwa gleich stark vertreten waren. Dies deutet darauf hin, daß in die $F_2$-Klasse „B-resistent D-anfällig“ Nachkommenschaften eingereiht worden waren, die bezüglich B heterozygot waren, was bei der geringen Zahl je Nachkommenschaft untersuchter Pflanzen begreiflich ist. Die in Tabelle 8 festgestellte Häufigkeit der Klasse BB DD hat denn auch mit 79 Familien die Erwartung von 60 weit übertroffen, während demgegenüber bei den gegenüber B heterozygot veranlagten Familien (Bb Dd und Bb DD) die Beobachtung wesentlich hinter der Erwartung zurückblieb. Die Unstimmigkeit im Verhalten gegenüber Rasse A ist demnach auf unrichtige Klassifizierung des Verhaltens gegenüber B zurückzuführen.
3. 62 von 66 in Tabelle 8 als B-anfällig und D-resistent gezählten Nachkommenschaften entsprachen durchwegs der Erwartung. Sämtliche Familien erwiesen sich nämlich als unanfällig für Rasse A. Diese ausgezeichnete Übereinstimmung der beiden Beobachtungen bei der Genotypenklasse bb dd (doppelt rezessiv) ist selbstverständlich.
4. Sehr im Widerspruch zu der Erwartung steht das Verhalten gegenüber Rasse A bei der Genotypenklasse bb DD. Auf Grund der in Tabelle 12 aufgestellten Hypothese sollten nur konstant-anfällige Familien erwartet werden. Dagegen wurden bei 77 Nachkommenschaften als tatsächliches Ergebnis folgende Befallsstärken in verschiedenen Verhältnissen festgestellt: 3 × 0, 12 × 0, I, 9 × 0, I, II, III, 18 × I, 11 × I, II, 7 × II, 5 × I, II, III, IV, 3 × II, III, 8 × III, 1 × IV.

Da nach Tabelle 8 die festgestellte Häufigkeit der Klasse B-anfällig D-anfällig mit 77 ziemlich weit über der erwarteten Zahl 60 liegt, sind ohne Zweifel ähnlich wie unter 3. auch hier ein Teil der bb Dd-Familien als bb DD gezählt worden, woraus sich dann ein Teil der Aufspaltungen in anfällig und resistent erklärt. Daneben müssen aber noch andere Ursachen für das unserer ursprünglichen Erwartung widersprechende Verhalten

dieser Genotypenklasse ausschlaggebend sein, die im folgenden noch zu erörtern sind.

b) Über die Resistenzwirkung von „Nebenfaktoren"

Bei einem für den Pilz ungestörten, also optimalen Entwicklungsverlauf, bilden sich kräftige, scharf gegeneinander abgesetzte und üppig fruktifizierende Konidienlager („Vollinfektion"), wobei der Chlorophyllapparat des Blattes in der Umgebung der Befallstellen auffallend lange unverändert bleibt. Diese Erscheinung glaubte Neger (13) sogar als eine Art geduldeter Symbiose deuten zu müssen. Wird der Pilz dagegen bei ihm nicht voll zusagenden Wirtspflanzen in seiner Entwicklung durch die von Fall zu Fall verschieden geartete Abwehrreaktion der befallenen Epidermiszellen mehr oder weniger stark in seiner Entwicklung gehemmt, so versucht er vermöge seines ektoparasitischen Wachstumsvermögens aus der primären Schädigungszone zu entkommen, um im gesunden Gewebe wieder neue Schäden zu verursachen, was sich makroskopisch vielfach in einem, größere Flächen überwuchernden Myzelwachstum äußert, ohne daß es zu einer normalen, klumpigen Ausbildung der Sporenlager kommt (Subinfektion). Wie verschieden, je nach Gerstensorte und Mehltaurasse, die durch Chlorose-, Nekrose- und Welkeerscheinungen, in Verbindung mit einer mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Subinfektion möglichen Befallsbilder sein können, wurde in einer früheren Arbeit eingehend beschrieben, so daß darauf verwiesen werden kann (Honecker [9]). Wenn die durch Mehltauinfektion verursachten Farb- und Strukturveränderungen des normalen Blattgewebes der Gerste in der Regel auch als spezifische Reaktionen der Wirtspflanze auf den Pilzangriff aufgefaßt werden können, so gibt es doch auch Fälle, in denen es schwer zu entscheiden ist, ob die Veränderungen im Gefüge des Blattes primärer, also nicht infektiöser Natur sind, oder erst als Folgeerscheinung der Infektion zustande kommen. Dies trifft dann um so mehr zu, wenn die betreffenden Erscheinungen sich als reichlich labil erweisen und mitunter in unkontrollierbarer Weise durch die Außenbedingungen beeinflußt werden. Was man aber auch im Einzelfall als Ursache und Wirkung betrachten will, ist für die Beurteilung der dadurch geprägten endgültigen Befallsbilder, die wir als „Infektionstypen" erfassen, von nebensächlicher Bedeutung. Auf alle Fälle ist es notwendig, die hier in Frage stehenden Erscheinungen bei Spezialisierungsfragen und erbanalytischen Untersuchungen zu kennen und zu berücksichtigen, wenn man zu klaren Gesetzmäßigkeiten kommen will. Inwieweit diese „Nebenfaktoren" für die praktische Resistenzzüchtung von Bedeutung sind, bleibt abzuwarten.

Zu Beginn unserer hypothetischen Betrachtungen über den kombinierten Erbgang der A-B- bzw. der A-D-Resistenz der Gerstensorten Ragusa b und CP 103 21 wurde vorausgesetzt, daß sich diese Untersuchungen zunächst auf die Wirksamkeit der Hauptgene beschränken sollen. Weiter vorausgehend wurde jedoch bei der Erörterung der Spaltungsergebnisse von Kreuzungen dieser teilresistenten Varietäten mit vollanfälligen Sorten darauf hingewiesen, daß die Prüfung der Nachkommenschaften, insbesondere mit der Hauptrasse A, nicht die klare Alternative zwischen höchster Resistenz und stärkster Anfälligkeit ergab, wie sie nach dem Infektionstyp des anfälligen Kreuzungspartners eigentlich hätte erwartet werden können.

Bereits bei den ersten Kreuzungen zwischen den CP-Stämmen und vollanfälligen Sorten (Tabelle 2) ist aufgefallen, daß die anfälligen Va-

rianten der $F_2$-Generation nach Kreuzungen mit CP 103 21 nicht einheitlich den Infektionstypus IV zeigten, wie er bei den anfälligen Elternsorten ausgeprägt war, sondern, daß sich, vor allem in einem weiter vorgeschrittenen Stadium der Infektion, beim größten Teil der anfälligen Pflanzen eine allmähliche Verschiebung nach Typ III bemerkbar machte, während der reine Typ IV nur selten auftrat. Diese Verschiebung im Befallsbild kommt dadurch zustande, daß im Blattgewebe zunächst kleinere chlorotische Tüpfel sichtbar werden, die mitunter zu größeren Zonen ineinander fließen können. Mit diesen chlorotischen Veränderungen geht offensichtlich auch eine Modifizierung der Pilzentwicklung Hand in Hand. Nachdem die hier beschriebenen Chlorosen ganz denen entsprechen, wie sie bei der resistenten Elternsorte CP 103 21) bei Infektion mit Mehltaurasse A erscheinen (Typ O), besteht kein Zweifel, daß hierbei ein Nebengen im Spiele ist, das die Wirkung des Hauptresistenzfaktors modifiziert, in seiner Vererbung aber unabhängig von demselben ist. Auch die Gruppe der resistenten Bastardnachkommen variiert zwischen den Infektionstypen O und i, je nachdem die chlorotischen Tüpfel ausgeprägt sind oder fehlen. Der Hauptfaktor allein bewirkt offensichtlich den reinen Typ i, dem als allele Wirkung Typ IV gegenübersteht. Der Nebenfaktor modifiziert die Wirkung des Hauptfaktors von i nach O bzw. von IV nach III.

Ähnliche Beziehungen bestehen auch zwischen dem Hauptresistenzfaktor der Ragusa b, auf dem die A-B-Unanfälligkeit dieser Varietät beruht und einem spezifischen Nebengen. Wie sich aus Tabelle 11 entnehmen läßt und anschließend daran näher beschrieben ist, bedingt dieses Gen bei der Sorte Ragusa b geringfügige nekrotisch-chlorotische Blattverfärbungen. Die Resistenzwirkung dieses Nebengens gegenüber Rasse B bei anfälligen Varianten ist ebenfalls gering und äußert sich hauptsächlich in einer beschränkten Zahl von Befallstellen, die auch weniger üppig fruktifizieren (Typ III—IV), wobei aber Blattverfärbungn in der Regel nicht zustande kommen. Gegenüber der Hauptmehltaurasse A ist die Wirkung dieses Nebenfaktors dagegen wesentlich stärker, so daß die „Vollinfektion“ vom Typ IV bei den anfälligen Varianten, hier in Verbindung mit zahlreichen nekrotischen Stellen, in eine „Subinfektion“ vom Typ II herabgesetzt wird.

Wenn nun schon in Kreuzungen zwischen den beiden hier näher analysierten teilresistenten Varietäten CP 103 21 (A-D-resistent, B-anfällig) und Ragusa b (A-B-resistent, D-anfällig) mit vollanfälligen Gerstensorten der Infektionstypus der anfälligen Varianten allein durch die Wirksamkeit eines jeweilig vorhandenen Nebenfaktors von Typ IV nach III bzw. nach II verschoben werden kann, so können wir uns vorstellen, daß sich, nach Kreuzungen der beiden teilresistenten Varietäten untereinander, durch die Annahme verschiedener gleichsinnig-kumulativ wirkender Nebengene, in Verbindung mit der Wirkung der Hauptgene eine gradweise kontinuierliche Reihe im Verhalten der Nachkommen gegenüber der Mehltaurasse A ergeben muß.

Unter diesen Voraussetzungen dürfen wir nach der Kreuzung G 34 = CP 103 21 × Ragusa b in der $F_2$-Generation bei Infektionen mit Mehltaurasse A nicht die in Tabelle 12 b abgeleitete klare dihybride Aufspaltung nach dem Verhältnis 13 × O : 2 × II : 1 × IV erwarten, sondern haben es, da im ganzen 4 Gene im Spiele sind, mit einer tetrahybriden Spaltung zu tun.

Um uns das komplizierte Zusammenwirken der beiden Hauptfaktoren verständlich zu machen, sei die Annahme gemacht, daß jedes Nebengen

in homozygot-dominanter Veranlagung, die in Tabelle 12 b abgeleitete Wirkung der Hauptfaktoren um einen Grad in Richtung geringerer Anfälligkeit verschiebt. (In Wirklichkeit ist, wie bereits ausgeführt, die Wirkung der beiden hier mitspielenden Nebenfaktoren aber nicht gleich stark, wodurch die Aufspaltung komplizierter wird.) Wie sich dadurch das phänotypische Verhalten der $F_2$ verschieben würde, sei im folgenden für die Hauptmehltaurasse A dargestellt, die in ihrem Infektionsvermögen von beiden Haupt- und Nebenfaktoren variiert werden kann.

Zum leichteren Verständnis sei als Symbol für den Nebenfaktor der CP 103 21, weil er sich phänotypisch als Chloroseerscheinung äußert, die Formel Chl — chl verwendet. Ganz entsprechend soll für den Nebenfaktor der Ragusa b, der hauptsächlich nekrotische Veränderungen hervorruft, die Bezeichnung Nek — nek eingeführt werden. Der Ragusa b käme also bezüglich ihrer A-B-Resistenz die Erbformel BB NekNek zu, der CP-Gerste für ihre A-D-Resistenz die Formel dd ChlChl.

Infolge der Epistasie der höheren Resistenzgrade kann sich die Wirkung der Nebengene nur bei rezessiver Veranlagung der jeweils in Frage stehenden Hauptfaktoren äußern, so daß bei den Genotypengruppen 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 9 (Tabelle 12 b) nur befallsfreie Phänotypen auftreten können. Wenn jedoch die hemmende Wirkung des Nebenfaktors auf die Pilzentwicklung als Folge chlorotischer oder nekrotischer Veränderungen aufzufassen ist, wie es im vorliegenden Beispiel der Fall ist, macht sich die Wirkung der Nebenfaktoren zwar auch bei den befallsfreien Varianten durch eine nach Art und Umfang mehr oder weniger deutliche Ausprägung von Chlorosen oder Nekrosen geltend. Dementsprechend äußert sich die Gesamtwirkung der Nebenfaktoren vielfach in einer Modifizierung, d. h. Abschwächung der durch die Hauptgene bedingten extremen Alternativen i und IV (Modifikationsfaktoren). Nur bei den Kombinationen, in denen die Nebenfaktoren doppelt rezessiv sind (chlchl nek nek), müßte der reine Typ i ausgeprägt sein. Tatsächlich wurden bei der Nachprüfung der $F_3$-Familien der Kreuzung G 34 mit Rasse A sowohl für die Infektionstypen

| | Genotypen | Phänotypen in $F_2$ (Infektionstypus) | Häufigkeit je 256 |
|---|---|---|---|
| Gruppe 8 | bb Dd ChlChl NekNek . . . . . . . . . | O | 2 |
| | „ „ ChlChl Neknek . . . . . . . . . | O—I | 4 |
| | „ „ Chlchl NekNek . . . . . . . . . | O—I | 4 |
| | „ „ ChlChl neknek . . . . . . . . . | I | 2 |
| | „ „ chlchl NekNek . . . . . . . . . | I | 2 |
| | „ „ Chlchl Neknek . . . . . . . . . | I | 8 |
| | „ „ Chlchl neknek . . . . . . . . . | I—II | 4 |
| | „ „ chlchl Neknek . . . . . . . . . | I—II | 4 |
| | „ „ chlchl neknek . . . . . . . . . | II | 2 |
| | | | 32 |
| Gruppe 7 | bb DD ChlChl NekNek . . . . . . . . . | II | 1 |
| | „ „ ChlChl Neknek . . . . . . . . . | II—III | 2 |
| | „ „ Chlchl NekNek . . . . . . . . . | II—III | 2 |
| | „ „ ChlChl neknek . . . . . . . . . | III | 1 |
| | „ „ chlchl NekNek . . . . . . . . . | III | 1 |
| | „ „ Chlchl Neknek . . . . . . . . . | III | 4 |
| | „ „ Chlchl neknek . . . . . . . . . | III—IV | 2 |
| | „ „ chlchl Neknek . . . . . . . . . | III—IV | 2 |
| | „ „ chlchl neknek . . . . . . . . . | IV | 1 |

i und O konstante, als auch spaltende Familien beobachtet. Über die dabei herrschenden Epistasieverhältnisse konnte in Anbetracht der Modifizierbarkeit dieser Merkmale kein klares Bild gewonnen werden.

Innerhalb der Genotypengruppen 7 und 8 (Tabelle 12 b) ist dagegen entsprechend der Annahme einer gleichsinnigen, kumulativen Wirkung der beiden Nebenfaktoren Chl und Nek eine graduell verschieden starke Hemmung der Pilzentwicklung zu beobachten, die sich in Verschiebungen des Infektionstypus bis zu 2 Grad von IV nach II bzw. von II nach O ausdrückt. Für die Varianten dieser Genotypengruppen 8 (bb Dd) und 7 (bb DD) wäre demnach gegenüber der Hauptmehltaurasse A je 256 nachfolgende Veranlagung und phänotypische Ausprägung zu erwarten:

(Siehe vorausgehende Übersicht)

Für die Genotypengruppen 7 und 8 ergibt sich demnach summarisch folgende theoretische Verteilung der Befallstärke:

| Befallstärken | 0 | 0—I | I | I—II | II | II—III | III | III—IV | IV | Summa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Häufigkeit je 256 . . . | 2 | 8 | 12 | 8 | 3 | 4 | 6 | 4 | 1 | 48 |

In den Genotypengruppen 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 9 können infolge der Epistasiebeziehung der Befallsfreiheit über sämtliche Grade der Anfälligkeit nur die beiden Infektionstypen i und O ausgeprägt sein, die mit einer relativen Häufigkeit von 208 je 256 zu erwarten sind. Für die gesamte $F_2$-Generation ist somit eine fluktuierende Variabilität von i—IV, mit einer starken Häufung der Infektionstypen i und O zu erwarten. Eine einigermaßen sichere Klassifizierung der Genotypen erfordert einen geschulten Blick des Beobachters und setzt konstante Versuchsbedingungen voraus. Verhältnismäßig sicher zu erfassen sind nach unserer langjährigen Erfahrung nur die Infektionstypen i und O sowie der reine Typ IV, während die mit Farb- und Strukturveränderungen verbundenen mittleren Resistenzgrade mehr oder weniger labil sind und sich deshalb überschneiden, so daß ihre Trennung vielfach rein gefühlsmäßig erfolgen muß.

Unter Zugrundelegung der Alternative „befallsfrei" : „befallen" ergibt sich je 256 in der $F_2$-Generation die Erwartung 210 : 46. Das in Tabelle 4 für die $F_1$-Nachkomenschaft G 34/8 trotz der geringen Individuenzahl je 16 nach obiger Alternative ermittelte Spaltungsverhältnis (13,07 : 2,93) gibt, auf die Kombinationszahl 256 umgerechnet, 409,1 : 46,9, stimmt also mit der Erwartung sehr gut überein. Daraus geht aber mit aller Deutlichkeit hervor, daß infolge oberflächlicher Beurteilung oder durch gefühlsmäßige bzw. willkürliche Klassifizierung bei der Vererbung von Resistenzmerkmalen vielfach einfache Spaltungsverhältnisse vorgetäuscht werden, während es sich in der Regel tatsächlich um polyhybride Vererbung handelt.

### c) Die Faktorenbeziehungen im Verhalten gegen verschiedene Mehltaurassen bei weiteren Gerstenkreuzungen

Nachfolgend soll nun für eine Reihe von Kreuzungen, die im Rahmen unserer praktischen Züchtungsaufgaben durchgeführt wurden und deren $F_2$- bzw. $F_3$-Generationen auf ihr Verhalten gegen verschiedene Mehltaurassen geprüft wurden, die dabei gefundenen Zahlenverhältnisse wiedergegeben und versucht werden, die ihnen zugrunde liegenden Faktoren-

beziehungen an Hand der vorausgehend aufgestellten Arbeitshypothese zu deuten.

Zum Verständnis der Tabellen sei vorausgeschickt, daß besonderer Wert darauf gelegt wurde, Einblick in das Erbverhalten gegen verschiedene Mehltaurassen zu erhalten. In der $F_2$-Generation wurden gewöhnlich nur einzelne $F_1$-Nachkommenschaften mit einer, bei der jeweiligen Kreuzung uns besonders interessierenden Mehltaurasse infiziert. Um die infizierten Pflanzen ohne allzu große Verluste ins Freiland pikieren zu können, wurden diese Versuche, wie bereits einleitend erwähnt, in einer offenen Vegetationshalle durchgeführt, so daß feinere Unterschiede im Infektionstypus nicht feststellbar waren. Der Nachbau dieser $F_2$-Generationen wurde dann in $F_3$ mit verschiedenen Mehltaurassen infiziert, wobei jede Familie und Mehltaurasse 10—12 Pflanzen infiziert wurden. Diese Pflanzenzahl ist zur eindeutigen Erkennung der genotypischen Zugehörigkeit bei spaltenden Familien zu gering, so daß in der Regel nur das Verhältnis der homozygot-rezessiven Klasse zur Summe aller übrigen errechnet werden konnte, was jedoch zur Ermittlung der beteiligten Faktorenzahl genügt.

Als homozygot-rezessiv sind die Familien mit einheitlich starkem Befall nach Typ IV, ohne jegliche Nebenerscheinungen, wie Chlorosen oder Nekrosen, zu betrachten. Bei geeigneter Versuchsanstellung, insbesondere einer Begrenzung der Temperatur unter 20 ° C, läßt sich in einem bestimmten Stadium der Infektion der reine Typ IV ziemlich scharf und einwandfrei erfassen. Zahlreiche Nachprüfungen in späteren Generationen haben ergeben, daß aus solchen Familien höher resistente Nachkommenschaften nicht mehr abspalten. Auch wurden in zahlreichen Kreuzungen, denen die elterliche Kombination der Infektionstypen IV × IV zugrunde lag, in den späteren Generationen immer nur wieder hoch anfällige Nachkommen ermittelt. Eine Transgression nach der Richtung einer höheren Resistenz wurde auch dann nicht beobachtet, wenn die in Kreuzungen IV × IV verwendeten hoch anfälligen Gerstenvarietäten verschiedenen Kulturkreisen oder Genzentren entstammten. Demgegenüber ist, wie später gezeigt werden soll, bei Kreuzungen zwischen mehr oder weniger resistenten Gerstensorten als Folge von Epistasie- und Polymeriebeziehungen, sehr häufig mit einer Transgression in Richtung stärkerer Anfälligkeit zu rechnen.

Die Bonitierung des Verhaltens der Familien in der $F_3$-Generation geschah im Gegensatz zur $F_2$ nicht nach der primären Befallstärke, sondern unter Berücksichtigung des gesamten Erscheinungsbildes streng nach Infektionstypen. Da es sich bei einem Teil der verwendeten Kreuzungseltern um ungezüchtete Varietäten oder Landsorten handelt, kann ihr Verhalten gegen die verschiedenen Mehltaurassen nicht immer als einheitlich vorausgesetzt werden, so daß mitunter aus den erhaltenen Spaltungsergebnissen auf das Resistenzverhalten der Elternsorten Rückschlüsse gezogen werden müssen. Vereinzelt ergab sich aus dem abweichenden Verhalten der gleichen Elternsorte in verschiedenen Kreuzungen sogar, daß verschiedene Varietäten unseres Sortiments in pathogener Hinsicht Gemische verschieden veranlagter, homo- und heterozygoter Formen darstellen. Diese Unstimmigkeiten müssen jedoch bei derartigen Untersuchungen in Kauf genommen werden, kommt es doch nicht gerade selten vor, daß sogar Hochzuchtsorten bezüglich ihres Verhaltens gegen bestimmte Pflanzenkrankheiten sich als heterogen erweisen (Straib [17]).

Tabelle 14a

| Verhalten der Eltern gegen Rasse B | Verhalten der $F_2$ geg. Rasse B | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K=4 (3:1) | Nur in $F_3$ geprüftes Gesamtmaterial G 113/1–7 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typus | i–0 | i–II | i–III | i–IV | II–IV | III–IV | IV | Sa. | | resist. + het. | anfällig |
| Ragusa b: i–00 . . . | 107 | i–0 | 48 | 4 | 9 | 44 | — | — | — | 105 | — | 313 | 92 |
| CP 127 422: IV . . . | 25 | IV | — | — | — | — | 5 | 6 | 12 | 23 | — | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (3:1) = 1,05 | |
| Absolut | — | — | 48 | 57 | | | 23 | | | 128 | | — | |
| Je 4: | — | — | 3,28 | | | | 0,72 | | | 4,00 | 1,83 | — | |

Tabelle 14b

| Verhalten der Eltern gegen Rasse D | Verhalten der $F_2$ geg. Rasse B | | Verhalten der $F_3$-Generationen gegen Rasse D | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K=4 (3:1) | Nur in $F_3$ geprüftes Gesamtmaterial G 113/1–7 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typus | i–0 | i–II | i–III | i–IV | III | II–IV | III–IV | IV | Sa. | | resist. | het. + anfällig |
| Ragusa b: III–IV . . . | 107 | i–0 | 29 | 7 | 19 | 18 | 3 | 3 | 4 | 22 | 105 | — | 100 | 305 |
| CP 127 422: i . . . . | 25 | IV | 6 | — | 2 | 8 | — | 1 | 1 | 5 | 23 | — | $\frac{D}{m}$ für K=4 (1:3) = 0,14 | |
| Absolut | — | — | 35 | 7 | 21 | 26 | 3 | 4 | 5 | 27 | 128 | — | — | |
| Je 4: | — | — | 1,094 | 2,906 | | | | | | | 4,00 | 0,62 | — | |

Tabelle 14c

| Verhalten der Eltern gegen Rasse A | Verhalten der $F_2$ geg. Rasse B | | Verhalten der $F_3$-Generation gegen Rasse A | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K=64 (63:1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typus | homozygot resist. gegen AB | ABD | AD | i–II | i–III | i–IV | II–III | I–IV | II–IV | IV | Sa. | |
| Ragusa b: O . . . . . | 107 | i–0 | 36 | 12 | 17 | 12 | 22 | 6 | — | — | — | — | 105 | — |
| CP 127 422: i . . . . | 25 | IV | — | — | 6 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 23 | — |
| absolut | | | 36 | 12 | 23 | 18 | 23 | 9 | 1 | 1 | 2 | 3 | 128 | |
| je 64: | | | 62,5 | | | | | | | | | 1,5 | 64,0 | 0,71 |
| Nur in $F_3$ gegen Rasse A geprüftes Gesamtmaterial G 113/1–7 | | | 92 | 35 | 65 | 187 | | | 2 | 1 | 8 | 15 | 407 | |
| | | | 61,64 | | | | | | | | | 2,36 | 64,0 | 3,46 |

Kreuzung G 113 = Ragusa b × CP 127 422 (1933)

Eine $F_1$-Nachkommenschaft G 113/1 wurde 1935 mit insgesamt 132 Pflanzen der Infektion mit Rasse B unterworfen. Dabei erwiesen sich 107 Pflanzen als resistent (Typ O), während 25 Pflanzen starken Befall nach Typ IV zeigten. Auffallend ist hierbei der ziemlich beträchtliche Ausfall an Rezessiven. Die beiden Befallsklassen wurden getrennt ins Freiland umgepflanzt, um 1934 das Verhalten der $F_2$-Familien nachzuprüfen. Das Ergebnis ist in Tabelle 14a enthalten, wobei die Ergebnisse der $F_2$- durch die Untersuchung der $F_3$-Generation voll bestätigt wurden. Wie früher bei G 34 bereits festgestellt, wird die hohe Resistenz der Ragusa b gegen Rasse B dominant vererbt. Das Auftreten von schwach anfälligen Pflanzen (Typ II und III), sowohl in der Gruppe der homozygot-anfälligen, als auch in den heterozygoten Familien, deutet auf die Wirkung eines Nebenfaktors hin, der sich hier vor allem in einer geringeren Anzahl von Befallstellen äußerte. Der bereits in $F_2$ durch den Ausfall an homozygot-anfälligen Pflanzen gewonnene Hinweis auf das Vorliegen einer Zertation wird in $F_3$ durch das starke Überwiegen der homozygot-resistenten Familien gegenüber den heterozygoten und anfälligen bestätigt, so daß die Störung des theoretischen Zahlenverhältnisses verständlich wird. Der latente Nebenfaktor der Ragusa b ist nur schwach wirksam, so daß die bifaktorielle Auslegung des Spaltungsverhältnisses nicht möglich ist. CP 127 422 besitzt nach früheren Untersuchungen keinen Nebenfaktor.

Das gleiche $F_3$-Material wurde in einem späteren Versuch mit Rasse D infiziert, um die in der Kreuzung G 34 ermittelte unabhängige Vererbung der Ragusaresistenz von der CP-Resistenz nachzuprüfen (Ergebnisse Tabelle 14b). Nachdem sich für die Nachkommenschaften, sowohl der in $F_2$ gegen Rasse B resistenten als auch der anfälligen Pflanzen bei der Gegenüberstellung der homozygot-resistenten Familien (als der hier rezessiven Klasse) mit der Summe aller übrigen, eine hinreichend gesicherte monomere Spaltung ergibt, was auch für das Gesamtmaterial zutrifft, kann die völlige Unabhängigkeit der reziprok-gegensätzlichen Resistenzeigenschaften beider Eltern als bestätigt gelten. Die Tatsache, daß der gegen Rasse D anfällige Elter Ragusa b selbst nicht den scharf ausgeprägten Typus IV verkörpert, in Verbindung mit der Feststellung, daß innerhalb der anfälligen Varianten in der $F_3$ die Variabilität der Anfälligkeit noch stärker zum Ausdruck kommt, läßt darauf schließen, daß die Resistenz der Ragusa gegen Rasse B sowie auch ihre Anfälligkeit für Rasse D auf der kombinierten Wirkung der betreffenden Allele verschiedener Gene beruht. Wenn auch die Resistenz gegen Rasse B und die Anfälligkeit für Rasse D in der Ragusa b einander nicht allel sind, wäre es doch möglich und auch wahrscheinlich, daß die gegenüber beiden Mehltaurassen in Erscheinung tretende modifizierende Wirkung durch den gleichen Nebenfaktor bedingt ist.

Die Infektion der $F_3$-Familien mit der Hauptmehltaurasse A liefert zunächst einen weiteren Beweis für die Unabhängigkeit der beiden Hauptfaktoren, die den bezüglich der Rassen B und D reziprok-gegensätzlichen, im Hinblick auf die Hauptmehltaurasse A aber gleichgerichteten Merkmalen der A-B- bzw. A-D-Resistenz der beiden Elternsorten zugrunde liegen. Diese polymere Natur der A-Resistenz ergibt sich aus Tabelle 14c. Aus dieser zwar nicht ganz gesicherten trifaktoriellen Vererbung der A-Resistenz ist zu schließen, daß in der Kreuzung G 113 neben den beiden Hauptresistenzfaktoren Bb und Dd im Gegensatz zu G 34 nur ein Nebengen wirk-

sam ist, ein Ergebnis, das mit der Erwartung in Einklang steht. Nach dem Resistenzverhalten der beiden Elternsorten zu schließen, stammt dieses Nebengen aus der Ragusa b, während die Alternative i—IV bei CP 127 422 lediglich durch den Hauptfaktor dD bedingt wird.

Kreuzung G 116 = Ragusa e × CP 103 21 (1933)

Die aus der Population „Dalmatinische Landgerste" isolierte Form Ragusa e hat morphologisch große Ähnlichkeit mit Ragusa b (Hord. pol. vulg. C), unterscheidet sich jedoch in ihrem Resistenzverhalten. Während Ragusa b von Rasse B nicht befallen wird (Typ i—OO), ist Ragusa e von mittlerer Anfälligkeit (Typ II—III). Nach der gleichen Versuchsanstellung wie bei der vorigen Kreuzung G 113 wurde eine $F_1$-Nachkommenschaft bereits in $F_2$ mit Rasse B infiziert und der Nachbau als $F_2$-Familien auf sein Verhalten gegen die Rassen B, D und A geprüft, während die $F_1$-Nachkommenschaften G 116/2 und 3 nur in $F_3$ gegen die Rassen B, D und A, ohne Vorprüfung in $F_2$ untersucht wurden (Tabellen 15 a, b und c).

Die Prüfung der $F_2$-Generation ergab eine fluktuierende Variabilität von schwach anfällig bis stark anfällig. Der schwächste Befall (Typ I—II) zeigte auffallend die Erscheinung der Subinfektion, also nur einen hauchartigen Myzelüberzug mit deutlicher Chlorose und kleineren nekrotischen Flecken, während die mittleren Befallstärken erst im vorgeschrittenen Stadium der Infektion von der Blattspitze her vergilbten. Eine scharfe Abgrenzung der einzelnen Klassen war jedoch nicht möglich. Die Nachprüfungen der $F_3$ ergaben denn auch (Tabelle 15 a), daß sich die einzelnen Klassen stark überschneiden. Setzt man die konstant stark anfälligen Familien (Typ IV) als offensichtlich rezessive Klasse in Beziehung zur Summe aller übrigen Familien, so ergibt sich ein angenähertes dihybrides Verhältnis, das auf die getrennte Wirksamkeit zweier Nebengene hinweist.

Für die Prüfung mit der Rasse D stellt die Kreuzung G 116 eine Kombination der Infektionstypen III—IV × i dar. Die entsprechenden Spaltungsergebnisse der $F_2$- bzw. $F_3$-Generation sind aus Tabelle 15 b zu entnehmen. Obwohl nach der Variabilität der anfälligen Familien zu schließen auch im Verhalten gegen Rasse D auf Nebenfaktoren geschlossen werden kann, so ist deren Wirkung doch nicht so durchschlagend, daß sich ein polyhybrides Spaltungsverhältnis ableiten ließe. Dagegen kommt der monomer-rezessive Erbgang der CP-Resistenz in einem angenäherten 1 : 3-Verhältnis zum Ausdruck. Die Tatsache, daß die heterozygoten Familien nach ganz verschiedenen Verhältnissen spalten, konstante Zwischentypen (II und III) aber nur sehr selten ermittelt werden konnten, läßt vermuten, daß ein Nebenfaktor in starker Koppelung mit dem Hauptfaktor zusammenwirkt, so daß nur ein geringer Austausch zustande kommt.

Die in Tabelle 15 c niedergelegten Ergebnisse der Infektion der $F_2$-Familien G 116 mit der Hauptmehltaurasse A sind sehr aufschlußreich, besonders im Hinblick auf die entsprechenden Befunde in der Kreuzung G 34 und die daran geknüpften Betrachtungen. In der Kreuzung G 116 sind neben dem Hauptresistenzfaktor der CP (Dd), welcher die A-D-Resistenz dieser Züchtung bedingt, nach dem trihybriden Spaltungsverhältnis zu schließen, noch 2 Nebenfaktoren im Spiele, welche die Befallstärke der anfälligen Individuen variieren. Dabei handelt es sich einmal um den Modifikationsfaktor (ChlChl) der CP 103 21, der in Verbindung mit Chloroseerscheinungen die Alternative i : IV in O : III zu verschieben vermag. Hinzu kommt der in Ragusa e enthaltene Faktor für mäßige Resistenz (Typ II, S), zu dem Typ IV allel ist. Durch Kreuzung der gegen Rasse A

Tabelle 15a

| Verhalten der Eltern gegen Rasse B | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B: Pflanzen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B: Typus | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse B: (0)—I | (0)—II | I—III | II—III | I—IV | II—IV | III | III—IV | IV | Summa | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ragusa e: II—III . . . | 29 | I—II (C, n, S) | 3 | 8 | 16 | — | 2 | — | — | — | — | 29 | |
| CP 103 21: IV—III . . | 73 | II—III (C) | — | 11 | 19 | 13 | 8 | 17 | 1 | 3 | — | 72 | |
| | 96 | III—IV | — | 2 | 2 | 12 | 7 | 38 | 3 | 19 | 10 | 93 | |
| Absolut | — | — | 3 | 21 | 37 | 25 | 17 | 55 | 4 | 22 | 10 | 194 | |
| Je 16 | — | — | 15,17 | | | | | | | | 0,83 | 16,00 | 0,61 |

Tabelle 15b

| Verhalten der Eltern gegen Rasse D | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B: Pflanzen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B: Typus | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse D: i | i—III | i—IV | II—IV | II u. III | III—IV | IV | Summa | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (1 : 3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ragusa e: III—IV . . | 29 | I—II (C, n, S) | 18 | 9 | 1 | — | 1 | — | — | 29 | |
| | 73 | II—III (C) | 18 | 24 | 22 | 2 | 1 | 2 | 3 | 72 | |
| CP 103.21: i . . . . | 96 | III—IV | 8 | 5 | 49 | 4 | 1 | 3 | 23 | 93 | |
| Absolut | — | — | 44 | 38 | 72 | 6 | 3 | 5 | 26 | 194 | |
| Je 4 | — | — | 0,91 | 3,09 | | | | | | 4,00 | 0,72 |

Tabelle 15c

| Verhalten der Eltern gegen Rasse A | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse A: Pflanzen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse A: Typus | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse A: i—0 | 0—II | 0—III | 0—IV | II | II—III | II—IV | III | III—IV | IV | Summa | $\frac{D}{m}$ für K = 64 (16 : 48) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ragus e: II . . . . . | 29 | I—II (C, n, S) | 18 | 2 | 7 | — | — | — | — | — | 2 | — | 29 | |
| CP 103 21: 0 . . . . | 73 | II—III (C) | 24 | 9 | 15 | 12 | 1 | 3 | 3 | — | 5 | — | 72 | |
| | 96 | III—IV | 10 | 15 | 29 | 13 | 1 | 7 | 2 | 9 | 4 | 3 | 93 | |
| Absolut | — | — | 52 | 26 | 51 | 25 | 2 | 10 | 5 | 9 | 11 | 3 | 194 | |
| Je 64 | — | — | 17,16 | 45,85 | | | | | | | | 0,99 | 64,00 | 0,59 |

mäßig resistenten Ragusa e mit der vollresistenten CP 103 21 können also infolge der Unabhängigkeit der 3 Gene stark anfällige Formen durch Transgression entstehen. Eine Gegenüberstellung der bei Infektion mit den Rassen B, D und A erhaltenen Einzelbefunde ergibt, daß gegenüber A der reine Typ IV immer nur dann zustande kommt, wenn in den betreffenden Nachkommenschaften auch gegenüber den Rassen B und D der Typ IV homozygot verkörpert ist. Diese Befunde beweisen, daß die Widerstandsfähigkeit gegenüber der Rasse A sich aus den Einzelkomponenten für B- und D-Resistenz zusammensetzt.

Für die Entstehung der aus der Dalmatinischen Landgerste isolierten Linien von ganz verschiedener Resistenzveranlagung gibt es nun 2 Möglichkeiten: Entweder es lagen ursprünglich der Hauptfaktor für A-B-Resistenz (BB) und der, mäßige A-B-Resistenz bedingende Nebenfaktor (NekNek) auf getrennten Individuen, so daß durch freie Kreuzung die in der Ragusa b vorgefundene Kombination BB NekNek entstanden ist. Oder aber, die kombinierte Resistenz der Ragusa b war das Ursprüngliche und dieser Komplex hat sich durch freie Kreuzung mit einer vollanfälligen Sorte in seine einzelnen Komponenten aufgelöst. Die zuletzt gekennzeichnete Möglichkeit ist die wahrscheinlichere, da die resistenten Formen in der ursprünglich gesammelten Population in der Minderzahl waren, so daß eine freie Kreuzung zwischen 2 resistenten Formen sehr vom Zufall abhängig gewesen sein müßte. Die Möglichkeit freier Kreuzungen zwischen resistenten und anfälligen Individuen ist dagegen viel größer. Ein Beweis dafür ist die Tatsache, daß wir in der kleinen Probe, die uns ursprünglich überlassen wurde, eine muticum-Form feststellen konnten, also einen Bastard zwischen distichum und polystichum, der, wie wir nachweisen konnten, bezüglich seiner Resistenz ebenfalls heterozygot veranlagt war (Ragusa mut.).

Kreuzung G 112 = Ragusa (mut.) × CP 127 422 (1933)

Als Mutterpflanze der Kreuzung G 112 wurde der vorausgehend erwähnte Bastard verwendet. Auf den ersten Blick hielten wir diese Pflanze für zweizeilig, erkannten jedoch an der breit-lanzettlichen Form der Deckspelzen an den Seitenährchen, daß es sich um eine heterozygote Pflanze handelte, die offenbar durch Fremdbestäubung einer dem überwiegenden Charakter der Landsorte entsprechenden, mehrzeiligen Pflanze mit einer unbekannten zweizeiligen Pflanze entstanden sein mußte. Da die muticum-Pflanze in einer Vermehrung der als Ragusa b ausgelesenen, A-B-resistenten, mehrzeiligen Einzelpflanze aufgefunden wurde, muß als mütterlicher Elter Ragusa b angenommen werden.

Aus den 9 zur Verfügung stehenden Bastardkörnern der Kreuzung G 112 erwuchsen 6 distichum- und 3 muticum-$F_1$-Pflanzen. Daß bei der Kreuzung vorwiegend Eizellen mit der distichum-Veranlagung befruchtet wurden, war sicher reiner Zufall, entsprach aber unserem Wunsch, möglichst schnell konstant zweizeilige, resistente Braugerstenformen zu erhalten. Aus dieser Erwägung heraus wurde ja auch die Kreuzung mit Ragusa mut. eingeleitet.

Gegen die Mehltaurasse B mußte die Pflanze Ragusa (mut.) phänotypisch resistent sein, nachdem die Resistenz der Ragusa b dominant vererbt wird. Über die genetische Veranlagung der Resistenz konnte jedoch erst das Verhalten der $F_1$- oder einer späteren Generation der Kreuzung sicheren Aufschluß geben. $F_1$- und $F_2$-Generation wurden indes nicht untersucht, da wir uns von einer erbanalytischen Verarbeitung dieser

Bastardierung mit einer heterozygoten Elternsorte nichts versprachen. Die Kreuzung sollte vielmehr rein praktischen Zwecken dienen. Die erste Resistenzprüfung wurde an $F_2$-Nachkommenschaften, und zwar wieder mit den Mehltaurassen B, D und A vorgenommen. Die Wiedergabe der Ergebnisse in den Tabellen 16 a und b muß gruppenweise getrennt, nach $F_1$-Nachkommenschaften erfolgen, da, wie zu erwarten war, infolge der Bastardnatur des mütterlichen Kreuzungselters das Verhalten der einzelnen $F_1$-Nachkommenschaften gegenüber der Rasse B sich als verschieden erwies.

Der Annahme entsprechend, daß Ragusa (mut.) aus freier Kreuzung zwischen einer 4zeilig-resistenten Pflanze der Ragusa b und einer unbekannten, aber voll anfälligen 2zeiligen Sommergerste entstanden ist, mußten aus der Kreuzung G 112 zufallsgemäß gegenüber der Rasse B voll anfällige und heterozygot-resistente $F_1$-Pflanzen zu etwa gleichen Teilen hervorgehen, was auch nach Tabelle 16 a und b zutrifft. Darnach zeigten sämtliche $F_2$-Nachkommenschaften der $F_1$-Pflanzen Nr. 1, 2, 6 und 9 in ihrem Verhalten gegenüber der Mehltaurasse B Typ IV also keinerlei Spaltung, ein Beweis, daß der unbekannte distichum-Elter der Ragusa (mut.) anfällig war. Dagegen ergab sich bei Infektion der gleichen $F_2$-Familien mit den Mehltaurassen D und A eine monohybride Spaltung, wobei es sich natürlich um die Vererbung der A-D-Resistenz der CP 127 422 handelt. Sämtliche gegenüber der Rasse D homozygoten Familien erwiesen sich bei

Tabelle 16a

| Nr. | $F_1$-Pflanzen | | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Mehltaurassen | | | | | | | | | Sa. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ährenform | Verhalten gegen B | B | | | D | | | A | | | |
| | | | i | het. | IV | i (O) | het. | IV | i | het. | IV | |
| 1 | distichum | IV | — | — | 35 | 9 | 21 | 5 | 9 | 21 | 5 | 35 |
| 2 | " | IV | — | — | 136 | 47 | 65 | 24 | 47 | 65 | 24 | 136 |
| 6 | " | IV | — | — | 57 | 16 | 34 | 7 | 16 | 34 | 7 | 57 |
| 9 | muticum | IV | — | — | 57 | 18 | 29 | 10 | 18 | 29 | 10 | 57 |
| | | | — | — | 285 | 90 | 149 | 46 | 90 | 149 | 46 | 285 |
| | | | keine Spaltung | | | Spaltung je K = 4 (2 : 2): 1,91 : 2,09; $\frac{D}{m} = 0{,}82$ | | | | | | |

Tabelle 16b

| Nr. | $F_1$-Pflanzen | | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Mehltaurassen | | | | | | | | | Sa. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ährenform | Verhalten gegen B | B | | | D | | | A | | | |
| | | | i | het. | IV | i (O) | het. | IV | i | het. | IV | |
| 3 | distichum | i | 37 | 75 | 29 | 32 | 71 | 38 | 64 | 71 | 6 | 141 |
| 4 | " | i | 40 | 52 | 12 | 32 | 53 | 19 | 58 | 45 | 1 | 104 |
| 5 | " | i | 28 | 38 | 19 | 22 | 40 | 23 | 40 | 39 | 6 | 85 |
| 7 | muticum | i | 43 | 84 | 50 | 43 | 90 | 44 | 75 | 91 | 11 | 177 |
| 8 | " | i | 37 | 46 | 51 | 32 | 69 | 33 | 63 | 59 | 12 | 134 |
| | | | 185 | 295 | 161 | 161 | 323 | 157 | 300 | 305 | 36 | 641 |
| | | | 480 | | 161 | 161 | 480 | | 605 | | 36 | |
| | | | je K = 4 (3 : 1) 2,99 : 1,01 $\frac{D}{m} = 0{,}15$ | | | je K = 4 (1 : 3) 1,01 : 2,99 $\frac{D}{m} = 0{,}15$ | | | je K = 16 (15 : 1) 15,10 : 0,90 $\frac{D}{m} = 0{,}65$ | | | |

der späteren Infektion mit Rasse A ebenfalls übereinstimmend konstant, auch die heterozygoten Nachkommenschaften zeigten dasselbe Verhalten beiden Mehltaurassen gegenüber. Die Homozygoten zeigten gegenüber der Rasse A fast ausschließlich den reinen Typ i bzw. den extremen Typ IV, ein Beweis, daß außer dem Hauptfaktor für die A-D-Resistenz der CP 127 422 kein weiterer Nebenfaktor beteiligt war. Bei Infektion mit Rasse D variierten die Pflanzen der homozygot-resistenten Familien zwischen Typ i und O.

Bei den spaltenden Familien ließen sich dagegen neben den stark befallenen Pflanzen von Typ IV auch Pflanzen mit geringerer Befallstärke feststellen, wobei es sich ihrer relativen Häufigkeit nach zu schließen, um die heterozygoten Individuen handelt. Bezüglich der Rasse A steht dieser intermediäre Erbgang der A-D-Resistenz der CP 127 422 in Einklang mit früheren Befunden, wenn auch die hier beobachtete Befallstärke der Heterozygoten im Gegensatz zu unserer bisherigen Erfahrung etwas geringer war (Typ I gegenüber II). Bei Infektion mit Rasse D wiesen die heterozygoten Pflanzen den Infektionstypus II auf, der mit starker Chlorose und Verwelken der Blattspitzen verbunden war. Nachdem in früheren Kreuzungen (Tabelle 7) die A-D-Resistenz der CP-Gersten monomer-rezessiv vererbt wurde, muß nach den hier vorliegenden Beobachtungen einschränkend bemerkt werden, daß von Fall zu Fall bei den Heterozygoten entweder volle Dominanz oder Prävalenz der Anfälligkeit vorkommen kann.

Unter Hinweis auf eine frühere Beobachtung ähnlicher Art (Tabelle 14 a) sei schließlich noch auf die ziemlich erhebliche Störung des Spaltungsverhältnisses (Zertation) zugunsten der resistenten Varianten aufmerksam gemacht, die sich in allen $F_1$-Deszendenzen trotz der geringen Pflanzenzahl übereinstimmend ergeben hat.

Die $F_2$-Nachkommenschaften der gegen Mehltaurasse B heterozygot-resistenten $F_1$-Pflanzen (Tabelle 16 b) zeigten bei Infektion mit den Rassen B und D klare, monohybride Spaltungen, wobei die A-B-Resistenz dominant, die A-D-Resistenz wiederum intermediär, beide aber unabhängig voneinander vererbt wurden. Bei der Prüfung dieser $F_2$-Familien gegen die Hauptmehltaurasse A erwiesen sich als homozygot-stark anfällig (Typ IV) alle Nachkommenschaften, die es auch sowohl gegenüber Rasse B und D waren. Dementsprechend ergab sich für die Vererbung der A-Resistenz in der Kreuzung G 112 denn auch eine klare dihybride Spaltung, ein Beweis, daß lediglich 2 Gene beteiligt sind, nämlich der Hauptfaktor für die A-B-Resistenz der Ragusa und der Hauptfaktor für die A-D-Resistenz der CP, ohne daß deren Wirkung durch den Einfluß von Nebenfaktoren hätte verschoben oder modifiziert werden können.

Diese Tatsache scheint zunächst in Widerspruch zu stehen mit der für Ragusa b (als mütterlicher Stammpflanze von Ragusa mut.) ermittelten genotypischen Struktur der A-B-Resistenz, die sich auf Grund der früheren Analyse aus Haupt- und Nebenfaktor zusammensetzt nach der Formel BB NekNek (s. Tabelle 13), findet jedoch ihre Erklärung in der verschiedenen Möglichkeit der Gametenbildung der Bastardpflanze Ragusa (mut.), deren genotypische Formel Bb Neknek war. Dieser Bastard bildete die Gameten B Nek, B nek, b Nek und b nek, wobei der Resistenzkomplex der Ragusa b in seine Komponenten aufgelöst wurde. Durch Befruchtung dieser in gleicher Häufigkeit möglichen Eizellen mit Pollen von CP 127 422 (bb neknek) sind bezüglich der A-B-Resistenz 4 $F_1$-Kombinationen zu erwarten, nämlich:

| Genotyp | Phänotyp |
|---|---|
| 1. Bb Neknek | 0 |
| 2. Bb neknek | i |
| 3 bb Neknek | III |
| 4. bb neknek | IV |

Auf Grund der Ergebnisse der in $F_3$ beobachteten Aufspaltungen (Tabelle 16 a und b) wurde unter 9 $F_1$-Körnern tatsächlich aber nur 4mal die Möglichkeit 4. und 5mal die Möglichkeit 2. verwirklicht.

Durch diese Ergebnisse ist, im Zusammenhang mit der vorausgehend behandelten Kreuzung G 116, die polymere Struktur der A-B-Resistenz der Ragusa b bewiesen. Unsere zunächst mehr gefühlsmäßig entwickelte Arbeitshypothese von der graduell-kumulativen Vererbung der Mehltauresistenz ist damit zahlenmäßig sicher fundiert.

Kreuzung G 108 = Ragusa b × Ackermanns Isaria (1933)

Aus den Infektionsergebnsisen von G 108 geht hervor, daß die nach den vorausgehenden Kreuzungsanalysen entstandene Arbeitshypothese mit den Befunden praktischer Kreuzungsversuche in Einklang steht. Die $F_2$-Generation dieser Kreuzung wurde mit Mehltaurasse B geprüft und die Pflanzen in befallsfrei, schwach anfällig und stark anfällig getrennt. Die Pflanzen der einzelnen Klassen wurden gesondert nachgebaut und ihre $F_3$-Nachkommenschaften mit den Mehltaurassen B, D und A geprüft (Tabelle 17 a und b). Für die Untersuchung gegen Rasse B stellt die Kreuzung G 108 eine Kombination der Infektionstypen i—OO × III (C) dar, da Ackermanns Isaria auf eine Infektion mit Rasse B deutlich mit Chlorose und schwacher Resistenzerscheinung reagiert, was in auffallendem Gegensatz zum Verhalten dieser Sorte gegen die Rassen A und D mit Typ IV steht. Bereits die Untersuchung der $F_2$-Pflanzen ergab eine sehr weitgehende Annäherung an das theoretisch zu erwartende Verhältnis 48 : 15 : 1. Die Nachprüfung mit den $F_2$-Nachkommenschaften dieser Einzelpflanzen konnte die Richtigkeit der Klassifizierung bestätigen. Wie in der Kreuzung G 34, so können sich auch hier der Nebenfaktor der Ragusa b und der Chlorosefaktor der Isaria gegenseitig supplimentär verstärken, so daß in $F_3$ $^1/64$ konstant schwach anfällige Familien vom Typus I—II entstehen. Desgleichen hat sich die Erwartung von $^1/64$ dreifach rezessiver, also nach Typ IV anfälliger Familien, infolge transgressiver Vererbung erfüllt. Hier erhebt sich nun bezüglich der Lokalisierung des Chlorosefaktors der Sorte Isaria die Frage, ob derselbe mit dem ähnlich wirkenden Chlorosefaktor der CP 103 21, der in Kreuzung G 34 nachgewiesen werden konnte, identisch ist. Ohne daß bis jetzt durch eine eigens zu diesem Zwecke eingeleitete Kreuzung den gegenteiligen Beziehungen dieser beiden Chlorosegene auf den Grund gegangen werden konnte, können wir diese Frage mit großer Wahrscheinlichkeit verneinen. Aus einer früheren noch nicht so eingehend analysierten Kreuzung zwischen Isaria und CP 103 21 (G 2, Tabelle 2) konnten wir Stämme isolieren, deren graduell mehr oder weniger weitgehende Resistenz gegen Rasse B darauf hinweist, daß es sich bei den hier in Frage stehenden beiden Chlorosefaktoren um selbständige, homomere Nebengene handelt. Diese Vermutung wird außerdem durch das verschiedene Erscheinungsbild bekräftigt, das durch die beiden Chlorosefaktoren verursacht wird und bei CP 103 21 in zahlreichen kleinen chlorotischen Tüpfeln, bei Isaria dagegen in einem gleichmäßigen, zusammenhängenden Vergilben des ganzen Blattes zum Ausdruck kommt. Da diese beiden Chlorosefaktoren anderer-

Tabelle 17a

| Verhalten der Eltern gegen Rasse B | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B | | Je 64 | | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 64 (48 : 16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | erwartet | beobachtet | i, 0 | i—II | i—III | i—IV | I—II | II—III | II—IV | III | III—IV | IV | Summa | |
| Ragusa b: i—00 | 260 | i—0 | 48 | 47,00 | 80 | 16 | 108 | 50 | — | — | — | — | — | — | 254 | |
| Isaria: III (C) . | 88 | II—III | 15 | 15,92 | — | — | — | — | 5 | 28 | 7 | 27 | 15 | 1 | 83 | |
| | 6 | IV | 1 | 1,08 | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | 3 | 5 | |
| Summe absolut | 354 | | 64 | 64,00 | 80 | 16 | 108 | 50 | 5 | 28 | 9 | 27 | 15 | 4 | 342 | |
| In $F_3$ je 64 | | | | erwartet | 16 | 2 | 16 | 14 | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 64 | |
| | | | | beobachtet | 14,97 | 2,99 | 20,22 | 9,35 | 0,93 | 5,24 | 1,69 | 5,05 | 2,81 | 0,75 | 64,00 | |
| | | | | | 47,53 | | | | 15,72 | | | | | 0,75 | | 0,31 |

Tabelle 17b

| Verhalten der Eltern gegen Rasse A | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B | | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse A | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i—0 | i—IV | II—IV | IV | Summa | |
| Ragusa b: 0 (nn) | 260 | i—0 | 80 | 166 | — | — | 246 | |
| Isaria: IV . . . | 88 | II—III | — | 18 | 52 | 21 | 91 | |
| | 6 | IV | — | 2 | 2 | 1 | 5 | |
| Summe absolut | 354 | | 80 | 186 | 54 | 22 | 342 | |
| In $F_3$ je 16 | | erwartet | 4 | 8 | 3 | 1 | 16 | |
| | | beobachtet | 3,74 | 8,70 | 2,53 | 1,03 | 16,00 | 0,14 |

Tabelle 18

| Verhalten der Eltern gegen Rasse B | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B | | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 1[illegible] (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | (0) I II | I (II) | (I) II | II | I—III | II—III | I—IV | II—IV | III | III—IV | IV | Summa | |
| | 16 | II—III | 2 | 4 | 5 | — | 3 | 1 | — | — | — | — | — | 15 | |
| Ragusa a: II—III | 73 | III—IV | 6 | 4 | 4 | 1 | 27 | 6 | 8 | 6 | — | 6 | 2 | 70 | |
| CP 10821: IV—III | 36 | IV | — | — | — | — | 1 | 1 | — | 7 | 2 | 7 | 8 | 26 | |
| Absolut . . . . | | | 8 | 8 | 9 | 1 | 31 | 8 | 8 | 13 | 2 | 13 | 10 | 111 | |
| Je 16 . . . . . | | | 14,56 | | | | | | | | | | 1,44 | 16,00 | 1,20 |

seits auch weitgehend unabhängig von dem Hauptfaktor für die A-D-Unanfälligkeit der CP vererbt werden, verdienen sie besondere Beachtung zur Erzielung von praktischen Züchtungen mit einer, die häufig vorkommenden Mehltaurassen A, D und B umfassenden hinreichenden Widerstandsfähigkeit.

Die Prüfung der gleichen $F_2$-Familien mit Rasse D hatte keine Spaltung zur Folge, sämtliche 342 Nachkommenschaften erweisen sich als konstant-anfällig (Typ IV), wenn von geringfügigen Unterschieden in der Zahl der Befallstellen und der Dauer der Inkubationszeit abgesehen wird. Bezüglich Rasse D stellt die Kreuzung G 108 eine Kombination der Infektionstypen III—IV $\times$ IV dar, wobei sich die nur wenig abgeschwächte Anfälligkeit der Ragusa b lediglich in einer geringeren Zahl der primären Befallstellen in Verbindung mit einer etwas längeren Inkubationszeit äußert. Eine Aufspaltung in verschiedene Infektionstypen war demnach nicht zu erwarten.

Für die Infektion mit Rasse A standen sich in der Kreuzung G 108 die elterlichen Kombinationstypen O $\times$ IV gegenüber. Die Resistenz der Ragusa b gegen Rasse A beruht auf pleiotroper Wirkung des Haupt- und Nebenfaktors, welche die A-B-Resistenz bedingen, die sich in Befallsfreiheit, verbunden mit kleinen nekrotischen Punkten (Typ O, nn) äußert. Eine Kreuzung mit Isaria, die von Mehltaurasse A mit Typ IV befallen wird. läßt demnach eine dihybride Spaltung erwarten, da ja nur die beiden Allelenpaare der Ragusa b (Bb Neknek) im Spiele sind, während in der Sorte Isaria bezüglich Rasse A keinerlei Resistenzgene wirksam sind. Diese Erwartung wird denn auch nach Tabelle 17 b erfüllt.

Zur weiteren Charakteristik der Dalmatinischen Landgerste „Ragusa" hinsichtlich der in dieser Population vorkommenden Resistenzmerkmale werden anschließend noch die Ergebnisse einiger Kreuzungsversuche mit einer als Ragusa a bezeichneten Linie wiedergegeben. Die Stammpflanze Ragusa a wurde neben einer Reihe anderer polystichum-Formen aus der ursprünglichen Ragusa-Population ausgelesen. Zum Unterschied von allen übrigen mehrzeiligen Formen, die in der Ähre mehr oder weniger locker waren (Hord. polyst. vulg. C) und Winter- bzw. Wechselgersten mit geringer Winterfestigkeit darstellten, handelt es sich bei Ragusa a um eine reine Sommerform mit dichter Ähre (Hord. polyst. parallelum D). Die Untersuchung der Resistenzmerkmale ergab darüber hinaus einen weiteren ganz typischen Unterschied gegenüber den übrigen Ragusaformen. Ragusa a erwies sich nämlich als A-D-resistent und für B mäßig anfällig, im Gegensatz zu der A-B-Resistenz und D-Anfälligkeit der bisher behandelten und allen übrigen aus der Dalmatinischen Landgerste ausgelesenen resistenten Linien. Ragusa a enthält somit einen ähnlichen Resistenzkomplex (A-D), wie er in verschiedenen zweizeiligen Gerstenvarietäten vertreten ist (Pflugs Intensiv, CP, Goldfoil C. I. 928 und Hanna C. I. 906). Die Ähnlichkeit bezieht sich indes nur auf das Verhalten gegenüber den Rassen A, D, H und I, während das Verhalten gegenüber den Rassen B, C, E, F, G mehr oder weniger abweichend ist. Es war deshalb von Interesse zu wissen, ob es sich bei der A-D-Resistenz von Ragusa a und CP um identische oder verschiedne Gene handelt, was im folgenden erörtert werden soll.

### Kreuzung G 109 = Ragusa a $\times$ CP 103 21 (1933)

Bei Infektion mit Rasse D stellt die Kreuzung G 109 die Kombination I $\times$ i dar. Geprüft wurden 111 $F_2$-Nachkommenschaften, die

durchwegs homozygot Typ i zeigten, ein Beweis, daß die A-D-Resistenz beider Eltern durch ein alleles Gen bedingt wird.

Bezüglich der A-Resistenz standen sich unter den gegebenen Außenbedingungen die elterlichen Infektionstypen i × O (cc-C) gegenüber. Auch gegenüber Rasse A verhielten sich sämtliche Familien als befallsfrei, und zwar wurde unter 111 Nachkommenschaften 32 mal Typ i, 29mal Typ O mit Chlorose homozygot festgestellt, während sich bei 50 Familien eine ziemlich klare 3 : 1-Spaltung ergab, wobei die Chloroseeigenschaft rezessiv vererbt wurde.

Von Mehltaurasse B werden beide Eltern der Kreuzung G 109 befallen. Ragusa a zeigt nur mäßige Anfälligkeit. In der Regel wird Typ II mit punktförmiger Nekroseerscheinung festgestellt, die jedoch ziemlich labil ist, so daß die Befallstärke zwischen I und III variieren kann. CP 103 21 wird ziemlich stark befallen, zeigt aber gelegentlich leichte chlorotisch-nekrotische Veränderungen und Subinfektion (Typ IV—III, C, n, S). In $F_2$ bzw. $F_3$ ergab sich folgendes Bild (Tabelle 18): Darnach scheinen 2 unabhängige, graduell verschieden stark kumulativ wirkende Nebenfakoren im Spiele zu sein, von denen jede der Kreuzungseltern einen beherbergt, was auch durch die nachfolgende Kreuzung wahrscheinlich gemacht wird.

Kreuzung G 110 = Ragusa a × Ackermanns Isaria (1933)

Dem elterlichen Verhalten gegen Rasse B entsprechend, stellt diese Kreuzung eine Kombination der Infektionstypen II—III (nn, S) × III—II (C, S) dar. Wie in der vorausgehenden Kreuzung ergab auch hier die Infektion der $F_2$ und $F_3$ eine fluktuierende Reihe mit größerer Variationsbreite und stark transgressiver Variabilität, hervorgerufen durch die polymer-gleichsinnige Wirkung zweier Nebengene (Tabelle 19 a).

Gegenüber der Mehltaurasse D stellt die Kreuzung G 110 eine Kombination der elterlichen Infektionstypen i × IV dar. Durch Infektion der $F_3$-Familien konnte eine ziemlich klare monohybrid-intermediäre Vererbung der D-Resistenz von Ragusa a nachgewiesen werden, wobei allerdings die heterozygoten Individuen in ihrer Befallstärke ziemlich stark (von I—III) variierten. Nachdem aber die homozygoten Familien einheitlich Typ i bzw. IV aufwiesen, und keine konstanten Zwischenformen auftraten, wäre die Annahme von Nebengenen hier fehl am Platze. Das auffallend starke Variieren der Heterozygoten scheint vielmehr die Folge einer unvollständigen Dominanz der Anfälligkeit von Ragusa a gegen Rasse D zu sein, die, wie bereits in früheren Kreuzungen erwiesen, von Fall zu Fall mehr oder weniger deutlich ausgeprägt ist (Tabelle 19 b).

Die Vererbung der D-Unanfälligkeit erfolgt in der Kreuzung G 110 scheinbar nicht völlig unabhängig von der B-Resistenz, wie die Verteilung der Familien in den einzelnen Klassen (Tabelle 19 a) je nach ihrem Verhalten gegenüber der Rasse D andeutet. Welcher der beiden Nebenfaktoren für mäßige Resistenz gegenüber Rasse B nun mit dem Hauptfaktor für D-Unanfälligkeit gekoppelt ist, läßt sich wegen ihrer ähnlichen Wirkung nicht nachweisen.

Bei Infektion mit der Hauptmehltaurasse A blieben sämtliche D-resistenten Familien befallsfrei. Darüber hinaus erwiesen sich noch weitere 5 Nachkommenschaften als einheitlich hochresistent, obwohl sie ihrem Verhalten gegenüber D gemäß heterozygot waren. Daß neben dem Hauptfaktor für A-D-Resistenz noch ein Nebenfaktor wirksam ist, ergibt sich daraus, daß sowohl unter den befallsfreien Nachkommenschaften neben

Tabelle 19a

| Verhalten der Eltern gegen Rasse B | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B: Pflanzen | Typus | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse B: i–I | I | i–II | I–II | I–III | II | II–III | I–IV | II–IV | III | III–IV | IV | Summa | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | I–II | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | — | — | — | — | — | — | — | 15 | |
| Ragusa a: II–III . . . | 49 | II–III | — | 1 | 5 | 5 | 18 | 2 | 5 | 9 | 2 | 1 | — | — | 48 | |
| Isaria: III–II . . . | 35 | III–IV | 1 | — | — | — | 6 | — | 2 | 11 | 9 | 1 | 3 | 1 | 34 | |
| | 23 | IV | — | — | — | — | — | — | — | — | 6 | — | 4 | 12 | 22 | |
| Zahl der Familien in den verschiedenen Klassen (Rasse B) . . . . . . . . . | | | 4 | 3 | 9 | 7 | 28 | 2 | 7 | 20 | 17 | 2 | 7 | 13 | 119 | |
| Je 16 | | | 14,25 (i–I bis III–IV) | | | | | | | | | | | 1,75 | 16,0 | 2,11 |
| Verteilung dieser Familien nach ihrem Verhalten gegen Rasse D: Typus i | | | 4 | 2 | 3 | 4 | 6 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 31 | |
| heteroz. | | | — | 1 | 5 | 1 | 15 | — | 5 | 15 | 11 | — | 2 | 7 | 62 | |
| Typus IV | | | — | — | 1 | 2 | 7 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 4 | 4 | 26 | |

Tabelle 19b

| Verhalten der Eltern gegen Rasse D | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B: Pflanzen | Typus | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse D: i | i–IV | IV | Summa | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (1 : 3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | I–II | 8 | 7 | — | 15 | |
| Ragusa a: i . . . . . . . . . . . . . . . . . | 49 | II–III | 14 | 21 | 13 | 48 | |
| Isaria: IV . . . . . . . . . . . . . . . . . | 35 | III–IV | 5 | 23 | 6 | 34 | |
| | 23 | IV | 4 | 11 | 7 | 22 | |
| Absolut | — | — | 31 | 62 | 26 | 119 | |
| Je 4 | — | — | 1,04 | 2,96 (i–IV und IV) | | 4,0 | 0,25 |

Tabelle 19c

| Verhalten der Eltern gegen Rasse D | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B: Pflanzen | Typus | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse A: i | i–0 | 0 | i–III | i–IV | III | III–IV | IV | Summa | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | I–II | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | — | — | — | 15 | |
| Ragusa: 0 . . . . . . . | 49 | II–III | 6 | 8 | 1 | 9 | 11 | 4 | 3 | 6 | 48 | |
| Isaria: IV . . . . . . . | 35 | III–IV | 2 | 5 | 1 | 5 | 15 | 1 | 4 | 1 | 34 | |
| | 23 | IV | 3 | 1 | 1 | 3 | 7 | 2 | 4 | 1 | 22 | |
| Absolut | — | — | 13 | 18 | 5 | 21 | 36 | 7 | 11 | 8 | 119 | |
| Je 16 | — | — | 14,92 (i bis III–IV) | | | | | | | 1,08 | 16,0 | 0,23 |

Typ i auch Typ O vorkommt, als auch unter den anfälligen Familien öfters der Typ III konstant auftrat, wie aus Tabelle 19 c zu entnehmen ist. Da Isaria gegen Rasse A mit Typ IV reagiert, scheint es sich um einen Nebenfaktor zu handeln, der unter bestimmten Bedingungen durch Bildung kleiner nekrotischer Flecken (nn) den Infektionstypus i der Ragusa a nach OO modifiziert. Es ist eine häufig beobachtete Erscheinung, daß bestimmte unauffällige Merkmale der Eltern bei Heterozygoten nach Kreuzungen stärker hervortreten.

### Versuche zur Analysierung der C-Resistenz

Die Gerstenvarietäten, die in den vorausgehend beschriebenen Kreuzungen als Erbträger für die Mehltauresistenz verwendet wurden, zeigen als Besonderheit ihres Mehltauverhaltens einerseits hohe Resistenz gegen bestimmte Rassengruppen des Mehltaues und andererseits mehr oder weniger starke Anfälligkeit für die übrigen Rassen des Pilzes. So erweisen sich die CP-Gersten sowie Ragusa a hochresistent gegen die Rassen A, D, H, J, dagegen stark anfällig für die Rassen B, C, E, F, G, während die übrigen Ragusavarietäten durch mehr oder weniger weitgehende Resistenz gegen die Rassen A, B, F, G und E sowie durch steigende Anfälligkeit für die Rassen H, J, D und C ausgezeichnet sind.

Durch zahlreiche Kreuzungen konnte nachgewiesen werden, daß die Resistenz der genannten Sorten gegen die einzelnen Rassen der vorausgehend aufgestellten Rassengruppen (A-D einerseits und A-B andererseits) durch je einen Hauptfaktor vererbt wird. Die Vererbung der Resistenz gegen größere Rassengruppen des Pilzes wird also durch die pleiotrope Wirkung einzelner Gene gesteuert.

Die beiden Hauptgene für Befallsfreiheit (gegen A-D bei CP und gegen A-B bei Ragusa) sind in ihrer Vererbung weitgehend, wenn nicht vollkommen unabhängig voneinander, so daß durch eine oder wenige Bastardierungen bestimmter Gerstenvarietäten (z. B. CP × Ragusa b) planmäßig und denkbar schnell eine Kombination hinreichend hoher Resistenz (Typ i bis I) gegenüber fast allen Mehltaurassen erreicht werden kann.

Eine Ausnahme macht lediglich die Rasse C, denn wie aus der obigen Rassengruppierung sowie aus der eingangs wiedergegebenen Übersicht 1 des Verhaltens des Testsortiments zur Bestimmung der verschiedenen Mehltaurassen zu entnehmen ist, sind sowohl die CP-Gersten, als auch die Mehrzahl der Ragusavarietäten ausgesprochen stark anfällig gegenüber der Mehltaurasse C. Wenn auch auf Grund graduell verschiedener, aber gleichsinnig additiver Wirkung polymerer Nebengene die Möglichkeit besteht, eine weitgehende Einschränkung der Anfälligkeit für einzelne Mehltaurassen züchterisch herbeizuführen, so läßt sich aus der auf bestimmte Mehltaurassen beschränkten Wirkung dieser Nebengene eine, sämtliche Pilzrassen umfassende, Resistenzwirkung nur nach dem langwierigen Verfahren wiederholter Rückkreuzungen erreichen. Aus diesen Erwägungen ergab sich für die praktische Resistenzzüchtung die Notwendigkeit, nach anderen Möglichkeiten zu suchen, um eine mehr oder weniger weitgehende Resistenz, wenn nicht sogar eine vollkommene Befallsfreiheit, gegenüber der Rasse C rascher und planmäßiger erzielen zu können. Es mußte deshalb zunächst nach Gerstenvarietäten Umschau gehalten werden, die eine den Erfordernissen der praktischen Züchtung entsprechende Resistenz gegen die Mehltaurasse C aufwiesen. Eine größere Anzahl C-resistenter Varietäten erwiesen sich auch gegen die Mehrzahl der übrigen Mehltaurassen als mehr

Tabelle 20a. Die Tabellen 20a—c bzw. 21a—c enthalten die Ergebnisse der Familien G 95/2 und 3, sowie das Verhalten ihrer

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B | | Verhalten der $F_3$-Familien | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i | i–0 | 0 | i–I | i–II |
| | 28 | 0 | 9 | 15 | 6 | — | — |
| | 97 | 0—I | 4 | 7 | 16 | 4 | 9 |
| | 14 | I—II | — | 1 | 1 | — | 2 |
| | 18 | II—III | — | — | — | 1 | 1 |
| | 18 | III—IV | — | — | — | — | — |
| | 16 | IV | — | — | — | — | — |
| Absolut | 191 | | 13 | 23 | 23 | 5 | 12 |
| Je 16 | | | | | | | |

Tabelle 20b

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B | | Verhalten der $F_3$-Familien | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | 0 | 0–I | 0—II | 0—III | 0—IV |
| | 28 | 0 | 29 | 1 | — | 1 | — |
| | 97 | 0–I | 19 | 7 | 8 | 25 | 31 |
| | 14 | I–II | 1 | — | 1 | 2 | 4 |
| | 18 | II—III | — | — | — | 2 | — |
| | 18 | III—IV | — | — | — | — | 1 |
| | 16 | IV | — | — | — | — | — |
| Absolut | 191 | | 49 | 8 | 9 | 30 | 36 |
| Je 16 | | | | | | | |

Tabelle 20c

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B | | Verhalten der $F_3$-Familien | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i | i—0 | 0 | i—I | i–II |
| | 28 | 0 | 18 | 9 | 4 | — | — |
| | 97 | 0—I | 30 | 17 | 7 | 10 | 7 |
| | 14 | I—II | — | — | 1 | 1 | 5 |
| | 18 | II—III | 2 | 1 | — | — | 6 |
| | 18 | III—IV | 3 | — | — | — | 4 |
| | 16 | IV | 1 | — | — | - | 1 |
| Absolut | 191 | | 54 | 27 | 12 | 11 | 23 |
| Je 64 | | | | | | | |

oder weniger widerstandsfähig. Da wir bei unserer Arbeit die praktische Zielsetzung bewußt in den Vordergrund stellten, schied die Mehrzahl der hierher gehörigen Gerstenvarietäten wegen ihrer sonstigen Geringwertigkeit entweder von vornherein oder schon nach wenigen Generationen von der weiteren Bearbeitung aus, so daß eine erbanalytische Untersuchung ihrer Resistenzeigenschaften nicht als vordringlich erachtet und deshalb eingestellt wurde. Nur 2 Varietäten, deren Verwendung in bestimmten Kreuzungen einen praktischen Züchtungserfolg versprach, wurden eingehender geprüft. Es sind dies die Varietäten Gopal C. J. 1091, eine violettkörnige, zweizeilige Nacktgerste und Palestine C. J. 939, eine zweizeilige, bespelzte Form mit schwach gezahnten Grannen. Beide Varietäten

in $F_2$ mit Rasse B bzw. mit Rasse C geprüften Variantenhälften der $F_2$-$F_3$-Familien nach Infektion mit den Rassen B, C und D

| gegen Rasse B | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I–III | I–IV | II–III | II–IV | III | III–IV | IV | Sa. | |
| — | — | — | — | — | — | — | 30 | |
| 14 | 40 | 1 | — | — | — | — | 95 | |
| 4 | 2 | 1 | 1 | — | — | — | 12 | |
| — | 1 | 3 | 4 | — | 1 | 4 | 15 | |
| — | — | — | 8 | - | 5 | 5 | 18 | |
| — | — | — | — | — | 2 | 14 | 16 | |
| 18 | 43 | 5 | 13 | — | 8 | 23 | 186 | |
| 14,02 | | | | | | 1,98 | 16,0 | 3,45 |

| gegen Rasse C | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I–II | I–III | I–IV | II–IV | III | III–IV | IV | Sa. | |
| — | — | — | — | — | — | — | 31 | |
| — | 1 | 3 | — | — | — | — | 94 | |
| — | 1 | 2 | 1 | — | — | — | 12 | |
| 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | - | 14 | |
| — | — | — | 7 | 1 | 7 | 2 | 18 | |
| — | — | — | — | — | 2 | 14 | 16 | |
| 1 | 5 | 7 | 10 | 4 | 10 | 16 | 185 | |
| 14,62 | | | | | | 1,38 | 16,0 | 1,33 |

| gegen Rasse D | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 64 (63 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I–III | I–IV | II–III | II–IV | III | III–IV | IV | Sa. | |
| — | — | — | — | — | — | — | 31 | |
| 17 | 6 | — | — | — | — | — | 94 | |
| 4 | 1 | — | — | — | — | — | 12 | |
| 4 | — | 1 | — | 1 | — | — | 15 | |
| 6 | 3 | — | 1 | 1 | — | — | 18 | |
| 1 | 4 | 1 | — | — | 1 | 7 | 16 | |
| 32 | 14 | 2 | 1 | 2 | 1 | 7 | 186 | |
| 61,59 | | | | | | 2,41 | 64,0 | 2,42 |

wurden uns mit einem größeren Gerstensortiment von Prof. E. B. Mains, University of Michigan USA., vor Jahren zur Verfügung gestellt.

### Kreuzungen mit Gopal C. J. 1091

Wie in den vorausgehend beschriebenen Kreuzungen wurden auch hier die ersten Prüfungen in der $F_2$-Generation durchgeführt, während die $F_1$-Pflanzen nicht untersucht wurden. Von jeder Kreuzung wurde die Körnerernte von 2 besonders gut entwickelten $F_1$-Pflanzen geteilt und je zur Hälfte mit den Mehltaurassen B bzw. C infiziert. Da die in $F_2$ ermittelten Befallsklassen in $F_3$ zur Gewinnung von $F_3$-Familien nachgebaut werden sollten, wurden Infektionen der $F_2$ in der ungeheizten Vegetationshalle in

den Monaten März-April 1935 durchgeführt, um eine zu starke Beeinträchtigung der Pflanzen durch den Befall zu verhindern. Die $F_3$-Nachkommenschaften wurden dagegen im geheizten Gewächshaus bei der üblichen Temperatur von 15—20 ° C in den Wintermonaten 1935/36 geprüft. Infolge dieser Verschiedenheiten der Außenbedingungen sind die Infektionsergebnisse der $F_2$ und $F_3$, wie in früheren Versuchen, nicht absolut vergleichbar, was bei der Beurteilung der folgenden Tabellen zu berücksichtigen ist.

Wie vorausgehend erörtert wurde, verdienen die Kreuzungen mit Gopal besondere Beachtung im Zusammenhang mit der züchterischen Bekämpfung der aggressiven Mehltaurasse C. Aus der Übersicht 1 (Standardsortiment) geht hervor, daß sich die Resistenz der Gopalgerste auf sämtliche bis jetzt bekannten Mehltaurassen erstreckt. Um nachzuprüfen, ob die sämtliche Mehltaurassen umfassende Resistenz von Gopal auf einer einheitlichen erblichen Grundlage beruht, was für die praktische Züchtung wünschenswert wäre, mußten die Infektionen der $F_3$-Familien mit mehreren Mehltaurassen vorgenommen werden. Als die wichtigsten physiologischen Rassen wurden neben C noch B und D herangezogen. Ein unterschiedliches Verhalten der einzelnen $F_1$-Deszendenzen der hier behandelten Kreuzungen ergab sich nicht, so daß bei der tabellarischen Wiedergabe die getrennt festgestellten Ergebnisse der einzelnen Nachkommenschaften zusammengezogen werden können.

Durch die Prüfung der $F_3$-Familien sollten hauptsächlich die Beziehungen aufgeklärt werden, die der Vererbung der Resistenz gegen verschiedene Mehltaurassen zugrunde liegen. Obwohl wir uns darüber im klaren waren, daß durch Prüfung von nur 10 Pflanzen je Familie in Anbetracht der zu erwartenden polyhybriden Spaltungen nicht in jedem Fall ein eindeutiger Schluß auf den Genotyp der $F_2$-Stammpflanzen möglich war, hielten wir doch an dieser Versuchsanstellung fest. Bei der den Tabellen 20—28 zugrunde liegenden Klasseneinteilung mußten deshalb bei den Heterozygoten vielfach verschiedene Genotypen zusammengefaßt werden, die zwar innerhalb des gleichen Spielraumes, aber in verschiedenen Verhältnissen spalteten. So umfaßt z. B. die Klasse i(O)—IV alle Familien, bei denen die beiden extremen Befallstärken i bzw. O und IV entweder allein nach dem monohybriden Verhältnis vertreten sind oder in Verbindung mit allen möglichen Zwischenstufen als polyhybride Verhältnisse vorkamen. Entsprechendes gilt für alle übrigen Klassen. Die Ableitung von Faktorenbeziehungen konnte deshalb immer nur durch Gegenüberstellung der vollrezessiven Gruppe mit dem Rest der Nachkommenschaften vorgenommen werden. Als Rezessivum kann mit einer gewissen Berechtigung die starke Anfälligkeit (Typ IV) angesehen werden, da mit wenigen Ausnahmen die Resistenz dominant oder intermediär vererbt wird. Die tabellarische Wiedergabe der in $F_3$ mit den Mehltaurassen B, C und D erhaltenen Infektonsergebnisse erfolgt jeweils getrennt für die Nachkommenschaften der bereits in $F_2$ mit Rasse B bzw. C infizierten $F_2$-Individuen und für das lediglich in $F_3$ geprüfte Gesamtmaterial der beteffenden Kreuzung.

Vorausgehend sei noch das Verhalten der hier benützten Kreuzungspartner gegen die Rassen B, C und D zusammengefaßt, woraus die jeweilige Kombination der elterlichen Infektionstypen entnommen werden kann (Übersicht 2).

Tabelle 21a

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse C | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K=16 (15:1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i | i—0 | 0 | i(0)—I | i(0)—II | i(0)—III | i(0)—IV | I—III | I—IV | III | III—IV | IV | Sa. | |
| | 106 | 0—I | 9 | 25 | 16 | 9 | 12 | 4 | 24 | 1 | 1 | — | — | 1 | 102 | |
| | 51 | I—II | — | 6 | 3 | 7 | 5 | 4 | 21 | — | 3 | — | — | — | 49 | |
| | 17 | II—III | — | 1 | 1 | — | 1 | 3 | 10 | 2 | — | — | 1 | — | 19 | |
| | 30 | III—IV | — | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 | 2 | 3 | 20 | 27 | |
| Absolut | 204 | | 9 | 32 | 20 | 16 | 18 | 11 | 56 | 3 | 5 | 2 | 4 | 21 | 197 | |
| Je 16 | | | 14,29 | | | | | | | | | | | 1,71 | 16,0 | 2,57 |

Tabelle 21b

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse C | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse C | | | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K=16 (15:1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | 0 | 0—I | 0—II | 0—III | 0—IV | I—II | I—III | I—IV | II—IV | III | III—IV | IV | Sa. | |
| | 106 | 0—I | 33 | 17 | 8 | 15 | 21 | 3 | — | 2 | — | — | — | 1 | 100 | |
| | 51 | I—II | 4 | 4 | 5 | 11 | 17 | 1 | 3 | 3 | 1 | — | — | — | 49 | |
| | 17 | II—III | — | 1 | 3 | 4 | 2 | — | 2 | 4 | — | 1 | — | — | 17 | |
| | 30 | III—IV | — | — | — | — | 2 | — | 2 | — | 4 | 1 | 4 | 14 | 27 | |
| Absolut | 204 | | 37 | 22 | 16 | 30 | 42 | 4 | 7 | 9 | 5 | 2 | 4 | 15 | 193 | |
| Je 16 | | | 14,76 | | | | | | | | | | | 1,24 | 16,0 | 0,86 |

Tabelle 21c

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse C | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse D | | | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K=64 (63:1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i | i—0 | 0 | i—(0)I | i(0)II | i(0)—III | i(0)—IV | II—III | II—IV | III | III—IV | IV | Sa. | |
| | 106 | 0—I | 50 | 18 | 5 | 11 | 11 | 5 | 2 | — | — | — | — | — | 102 | |
| | 51 | I—II | 20 | 7 | 1 | 2 | 9 | 9 | 2 | — | — | — | — | — | 50 | |
| | 17 | II—III | 3 | 1 | — | 3 | 6 | 5 | 1 | — | — | — | — | — | 19 | |
| | 30 | III—IV | 4 | — | — | 1 | 5 | 5 | 3 | 1 | 1 | — | 2 | 5 | 27 | |
| Absolut | 204 | | 77 | 26 | 6 | 17 | 31 | 24 | 8 | 1 | 1 | — | 2 | 5 | 198 | |
| Je 64 | | | 62,38 | | | | | | | | | | | 1,62 | 64,0 | 1,10 |

Übersicht 2

| Elternsorten | Verhalten gegen Mehltaurasse | | |
|---|---|---|---|
| | B | C | D |
| Gopal C. J. 1091 . | 0, n (C) | 0, n, C | 0, n, C |
| CP 127 422 . . . | IV | IV | i |
| CP 103 21 . . . | III—IV | IV | i |
| Ackermanns Isaria . | II—III C (n) | IV | IV |

Kreuzung G 95 = Gopal C. J. 1091 × CP 127 422 (1933)

Dieser Kreuzung liegt bezüglich Mehltaurassen C und B eine Kombination der elterlichen Infektionstypen 0 × IV zugrunde. Der Infektionstyp 0 der Gopal ist selbst nicht absolut scharf, da diese Varietät sehr stark zu Chlorose- und Nekroseerscheinungen neigt, die in ihrem Auftreten sehr labil sind und oft in unkontrollierbarer Weise durch die jeweiligen Außenbedingungen beeinflußt werden. Häufig kommt es, besonders deutlich an Coleoptilen und Blattscheiden, zu ganz schwacher Entwicklung von Myzel, das aber niemals fruktifiziert. CP 127 422 verkörpert gegen die Mehltaurassen C und B den reinen Typ IV. Das Verhalten der in $F_2$ geprüften Nachkommenschaften G 95/2 und 3 bezüglich Mehltaurasse C (Tabelle 21 a—c) ergab einen fluktuierenden Übergang zwischen befallsfreien und stark befallenen Pflanzen mit starker Häufung der resistenten Varianten. Weder zwischen befallsfreien und anfälligen, noch zwischen stark und weniger stark befallenen Pflanzen konnte eine scharfe Grenze gezogen werden. Im Hinblick auf die Pilzentwicklung waren alle Übergänge von der geringsten Myzelspur bis zum stärksten Befall vertreten, wobei der schwächste Befall (Typ I) in der Regel nur innerhalb nekrotischer Flecken zustande kam, während die mittleren Infektionstypen II und III hauptsächlich mit chlorotischen Veränderungen einhergingen. Häufig war aber Nekrose- und Chloroseerscheinung kombiniert, ähnlich wie beim Gopalelter selbst. Die sich in der Aufspaltung bietende Fülle von Erscheinungen war so vielfältig, daß es nicht möglich war, dieselben durch die übliche Notenskala eindeutig zum Ausdruck zu bringen. Diese Beobachtungen allein deuten schon darauf hin, daß der Resistenzkomplex der Gopal nicht unifaktoriell bedingt sein kann. Von der Aufstellung eines Spaltungsverhältnisses wurde daher in $F_2$ Abstand genommen.

Ganz ähnliche Ergebnisse erbrachte die Infektion der anderen Körnerhälfte der beiden Nachkommenschaften G 95/2 und 3 mit der Mehltaurasse B (Tabelle 20 a—c). Bei der Klassifizierung wurde mit besonderer Sorgfalt versucht, die beiden Extreme 0 und IV von den übrigen mittleren Infektionstypen zu trennen, wodurch sich die Zahl der Klassen in $F_2$ im Vergleich zur Infektion mit Rasse C von 4 auf 6 erhöhte. Da jedoch die Infektionen mit den Rassen B und C wegen der großen Gefahr der Vermischung beider Rassen nicht gleichzeitig nebeneinander, sondern nacheinander durchgeführt wurden, darf daraus nicht ein anders geartetes Bild der Aufspaltung abgeleitet werden. Es ergab sich vielmehr für den Beschauer der gleiche Eindruck einer stark fluktuierenden Variabilität. Um einigermaßen sichere Schlüsse auf die faktoriellen Beziehungen ableiten zu können, mußte das Verhalten der $F_3$-Nachkommenschaften abgewartet werden.

Wie sich aus den Tabellen 20 a, b und 21 a, b entnehmen läßt, überschneidet sich das Verhalten des Nachbaues der einzelnen in $F_2$ aufgestellten Phänotypenklassen ziemlich stark, was in Anbetracht der fluk-

Tabelle 22 a—c

Gesamtergebnisse der Infektionen von G 95/1—11 (Gopal C. J 1091 × CP 127422) mit den Mehltaurassen B, C und D (ausgeführt nur an $F_3$-Familien)

Tabelle 22a

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | i–0 | 0 | i–I | i–II | i–III | i–IV | I–III | I–IV | III | III–IV | IV | Sa. | |
| Absolut . | 36 | 68 | 133 | 47 | 67 | 84 | 235 | 28 | 52 | 11 | 49 | 97 | 907 | |
| Je 16 . . | | | | | | | 14,29 | | | | | 1,71 | 16,0 | 5,50 |

Tabelle 22b

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse C | | | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0–I | 0–II | 0–III | 0–IV | I–II | I–III | I–IV | II–IV | III | III–IV | IV | Sa. | |
| Absolut . | 194 | 57 | 60 | 109 | 219 | 14 | 23 | 37 | 33 | 14 | 57 | 83 | 900 | |
| Je 16 . . | | | | | | | 14.52 | | | | | 1,48 | 16,0 | 3,72 |

Tabelle 22c

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse D | | | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 64 (63 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | i–0 | 0 | i–I | i–II | i–III | i–IV | II–III | II–IV | III | III–IV | IV | Sa. | |
| Absolut . | 219 | 178 | 39 | 80 | 102 | 96 | 129 | 13 | 11 | 5 | 11 | 25 | 908 | |
| Je 64 . . | | | | | | | 62.23 | | | | | 1,76 | 64.0 | 2,89 |

tuierenden Variabilität der $F_2$ nicht überraschen kann. Immerhin stehen die Beobachtungen an den $F_3$-Familien in einer befriedigenden Korrelation zu dem an ihren Stammpflanzen festgestellten phänotypischen Verhalten. Wenn einzelne Nachkommenschaften in $F_3$ aus dem Rahmen des jeweiligen Klassenspielraumes gänzlich herausfallen, so kann dies entweder darauf zurückzuführen sein, daß ihre Stammpflanzen durch verspätetes Auflaufen in $F_2$ der Infektion entgangen sind oder daß nachträgliche Verwechslungen vorgekommen sind, die sich bei derart langen Ketten von Arbeitsvorgängen schlechterdings niemals ganz vermeiden lassen.

Aus dem Verhalten des Nachbaues der in $F_2$ als resistent bonitierten Pflanzen kann auf eine unvollständige Dominanz der Resistenz von Gopal geschlossen werden. Gegenüber beiden Rassen B und C erwiesen sich die große Mehrzahl der in $F_2$ stark anfälligen Pflanzen (Klasse III—IV oder IV) auch in ihrem $F_3$-Nachbau überwiegend als homozygot stark anfällig (Typ IV), ein Beweis, daß die starke Anfälligkeit rezessiv ist. Setzt man die homozygot-rezessiven Familien mit der Summe aller übrigen ins Verhältnis, so ergibt sich angenähert das Verhältnis 1 : 15. In der Kreuzung G 95 müssen demnach 2 Faktoren für Resistenz gegenüber den Mehltaurassen B und C im Spiele sein. Wie aus dem Verhalten der Vatersorte CP 127 422 (reiner Typ IV) zu schließen ist, und für die Mehltaurasse B in den früheren Kreuzungen mit dieser Gerstensorte (Tabellen 14 a und 16 a, b) nachgewiesen werden konnte, beherbergt sie weder Haupt- noch

Nebenfaktoren für Resistenz gegen die Rassen B und C. Die beiden Gene, welche in der vorliegenden Kreuzung G 95 wirksam sind, müssen folglich der Gopalresistenz zugrunde liegen.

Eine Gegenüberstellung der mit den Rassen B und C gewonnenen Einzelbefunde ergibt, daß alle gegenüber der Rasse B hoch resistenten Familien dieses Verhalten auch gegenüber der Rasse C aufweisen, ebenso wie alle stark anfälligen Familien dieses Verhalten auch beiden Mehltaurassen gegenüber äußern. Daß dabei nach beiden Richtungen geringfügige Verschiebungen vorkommen können, darf in Anbetracht der fluktuierenden Variabilität nicht überraschen. Das gegenseitige Verhältnis der Wirksamkeit beider Gene auf den Infektionsverlauf und das Zustandekommen des Infektionstypus ist je nach Mehltaurasse verschieden. So erscheint bei Infektion mit Rasse B unter den befallsfreien Familien häufiger der konstante Typ i neben 0 und i—0, während bei Infektion mit Rasse C einheitlich der Typ 0 ausgeprägt ist. Umgekehrt ist die Häufigkeit der stark anfälligen Familien (Typ IV) bei Infektion mit Rasse B größer als bei Rasse C. Gegenüber der Mehltaurasse C scheinen demnach beide Resistenzfaktoren chlorotische bzw. nekrotische Veränderungen des Chlorophyllapparates und die damit zusammenhängenden graduellen Verschiebungen der Infektionstypen zu bedingen, während gegenüber der Rasse B scheinbar nur einem der beiden Gene eine diesbezügliche Wirkung zukommt. Es könnte jedoch auch ein, die Entwicklung der Rasse C spezifisch beeinflussender weiterer Nebenfaktor in Betracht gezogen werden.

Bemerkenswert ist noch die in sämtlichen Versuchen, auch in den einzelnen Nachkommenschaften, übereinstimmend festgestellte zu große relative Häufigkeit der doppelt rezessiven, also homozygot anfälligen Familien (Typ IV). Es wird vermutet, daß diese zu große Häufigkeit eine Folge von Koppelungserscheinungen verschiedener Art ist. Offensichtlich liegt zunächst eine partielle Koppelung zwischen den beiden Resistenzfaktoren der Gopalgerste vor, woraus sich die zu geringe Häufigkeit der Austauschphänotypen erklärt, von denen allerdings nur der Typus III scharf erfaßt werden kann. Eine ähnliche Koppelung stellten Briggs und Stanford (3) in einer Kreuzung zwischen den Varietäten Algerian (anfällig) und Kwan (resistent) fest, wobei es sich, im Gegensatz zu der hier vorliegenden Anziehungskreuzung um Abstoßung handelte. Weiterhin scheint mit einem der hier wirksamen Resistenzfaktoren ein Faktor von subletaler Wirkung absolut gekoppelt zu sein. Ich schließe dies aus einer beim resistenten Gopalelter in allen Jahren beobachteten starken „Schartigkeit" der Ähren, die ohne Ausnahme bei allen resistenten Nachkommen der Kreuzungen mit Gopal wieder in Erscheinung trat, auch wenn der anfällige Kreuzungspartner eine vollkommen normale Bekörnung aufzuweisen hatte. Die erbliche Schartigkeit der Ähren bei Gerste kommt u. a. dadurch zustande, daß durch verschiedene Ursachen die zygotische Entwicklung in einem ganz bestimmten Stadium gehemmt wird, was zu einem häufigen Abortieren der betreffenden Fruchtknoten führt. Den schlüssigen Gegenbeweis (daß die konstant anfälligen Nachkommenschaften aus den betreffenden Kreuzungen eine normale Bekörnung besaßen) konnte ich bis jetzt noch nicht führen, da bei der bisherigen praktischen Zielsetzung unserer Züchtungsaufgabe eine je nach Kreuzung möglichst weitgehende Resistenz vorläufig als „conditio sine qua non" betrachtet werden mußte und folglich alle in $F_3$ konstant anfälligen Nachkommenschaften ausgemerzt wurden, selbst wenn sie in anderer Hinsicht auch noch so wertvoll erschienen.

Die Tabellen 23a—c und 24a—c enthalten die Ergebnisse der in $F_2$ mit Rasse B bzw. mit Rasse C geprüften Variantenhälften der $F_1$-Familien G 96/1 und 2, sowie das Verhalten ihrer $F_3$-Familien nach Infektion mit den Rassen B, C und D

Tabelle 23a

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i | i—0 | 0 | i—I | i—II | —III | i—IV | I—III | I—IV | III | III—IV | IV | Sa. | |
| | 132 | 0—I | 10 | 34 | 4 | 7 | 23 | 25 | 18 | 2 | — | — | — | — | 123 | |
| | 12 | I—II | — | — | — | 1 | — | 1 | — | 4 | 3 | 1 | 1 | — | 11 | |
| | 16 | II—III | — | — | — | — | — | 1 | 1 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 15 | |
| | 13 | III—IV | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 1 | 10 | 12 | |
| Absolut | 173 | | 10 | 34 | 4 | 8 | 23 | 27 | 19 | 10 | 5 | 5 | 4 | 12 | 161 | |
| Je 16 | | | 14,81 | | | | | | | | | | | 1,19 | 16,0 | 0,62 |

Tabelle 23b

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse C | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | 0 | 0—I | 0—II | 0—III | 0—IV | I—II | I—III | I—IV | II—IV | III | III—IV | IV | Sa. |
| | 132 | 0—I | 43 | 15 | 15 | 41 | 5 | 1 | 2 | — | — | — | — | — | 122 |
| | 12 | I—II | — | — | — | 3 | — | 2 | — | — | 5 | 1 | — | — | 11 |
| | 16 | II—III | — | — | — | — | — | 1 | — | 2 | 3 | 4 | 5 | — | 15 |
| | 13 | III—IV | — | — | — | — | — | 1 | — | — | 1 | 1 | 9 | — | 12 |
| Absolut | 173 | | 43 | 15 | 15 | 44 | 5 | 5 | 2 | 2 | 9 | 6 | 14 | — | 160 |

Tabelle 23c

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse D | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 64 (63 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i | i-0 | 0 | i—I | i—II | i—III | I—III | III | III—IV | IV | Sa. | |
| | 132 | 0—I | 29 | 45 | 11 | 9 | 20 | 6 | — | — | 3 | — | 123 | |
| | 12 | I—II | — | — | — | 3 | 5 | 2 | — | — | — | 1 | 11 | |
| | 16 | II—III | 2 | — | — | 1 | 3 | 6 | 1 | — | 1 | 1 | 15 | |
| | 13 | III—IV | 1 | — | — | 1 | — | 2 | 1 | — | 4 | 3 | 12 | |
| Absolut | 173 | | 32 | 45 | 11 | 14 | 28 | 16 | 2 | — | 8 | 5 | 161 | |
| Je 64 | | | 62,01 | | | | | | | | | 1,99 | 64,0 | 1,58 |

Die hier angedeutete absolute Koppelung zwischen einem Hauptfaktor für Mehltauresistenz und einem Gen von subletaler Wirkung müßte sich, ohne das Vorhandensein der vermuteten partiellen Koppelung zwischen den beiden hier zusammenspielenden Resistenzfaktoren, als Zertation, durch einen mehr oder minder großen Ausfall an doppelt-dominanten (befallsfreien) Varianten äußern. Durch die als Folge der partiellen Koppelung der beiden Resistenzgene bedingte, gegenüber unabhängiger Vererbung zu geringe Austauschhäufigkeit wird dieser Ausfall an Doppeltdominanten wieder teilweise ausgeglichen bzw. sogar ins Gegenteil umgekehrt. Eine genaue Abgrenzung der resistenten Klassen läßt sich bei der stark fluktuierenden Variabilität nur an einem Material mit besonders großer Pflanzenzahl je Einzelfamilie vornehmen, so daß eine spezielle Untersuchung dieser Fragen eingeleitet werden muß. In diesem Zusammenhang sei noch auf die bereits in den früheren Kreuzungen G 113 und G 112 (Tabelle 14 a und 16 a) zwischen Ragusa und CP 127 422 beobachtete Zertation hingewiesen, die aber zum Unterschied von der hier vorliegenden Störung eine gerade entgegengesetzte Verschiebung der Spaltungsverhältnisse, nämlich ein Überwiegen der resistenten Klasse zur Folge hatte und demnach von einer anderen ursächlichen Bedingtheit sein muß.

Zu Beginn unserer Arbeiten mit Gopalgerste wurde rein spekulativ vermutet, daß der in dieser Sorte gegebene Resistenzkomplex, der sämtliche Mehltaurassen umschließt, auf einer verhältnismäßig einfachen genetischen Grundlage beruht. Wie wir durch eine Infektion der $F_3$-Familien mit der Mehltaurasse D als Vertreter der Rassengruppe A, H, J, D nachweisen konnten (Tabelle 20 c und 21 c), bedingen die gegenüber den Rassen B und C wirksamen Resistenzgene der Gopalgerste auch das Verhalten gegenüber der Rasse D und wahrscheinlich auch aller übrigen Mehltaurassen.

Für die Mehltaurassen B und C ist CP 127 422 stark anfällig, gegen Rasse D dagegen vollkommen unanfällig, so daß bezüglich der zuletzt genannten Rasse eine Kombination der Infektionstypen 0 × i, im Gegensatz zu 0 × IV bei den Rassen B und C, vorliegt. Je nachdem der Hauptfaktor für die A-D-Resistenz der CP-Gerste mit einem der beiden Gene für die Gopalresistenz identisch ist, oder unabhängig von diesen Faktoren vererbt wird, müßte statt der für die Rassen B und C ermittelten dihybriden Spaltung eine monohybride oder trihybride Spaltung festzustellen sein. Nach den Ergebnissen der Tabellen 20 c, 21 c und 22 c trifft das letztere zu, so daß damit die Unabhängigkeit des Hauptfaktors für die A-D-Resistenz der CP-Gerste von dem universal wirkenden Resistenzkomplex der Gopal nachgewiesen ist. Bei Infektion mit Mehltaurasse D muß dadurch die relative Häufigkeit der homozygot befallsfreien Nachkommenschaften entsprechend größer werden, da zu den Kombinationen mit der alle Mehltaurassen umfassenden Gopalresistenz noch die Genotypen hinzukommen, welche nur die A-D-Resistenz der CP besitzen, gegen die übrigen Mehltaurassen aber mehr oder weniger anfällig sind. Dies geht deutlich daraus hervor, daß in den Tabellen 20 c und 21 c die Nachkommenschaften der in $F_2$ für die Rassen B und C stark anfälligen Pflanzen ($F_2$-Klassen III—IV und IV) nach Infektion mit Mehltaurasse D in $F_3$ sich auf homozygot-resistente, heterozygote und homozygot-anfällige Familien in einem Verhältnis verteilen, das in Anbetracht der geringen Familienzahl dem in früheren Kreuzungen für die Vererbung der A-D-Resistenz ermittelten Prinzip der einfachen Mendelspaltung entspricht.

Tabelle 24a

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse C | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i | i–0 | 0 | i–I | i–II | i–III | i IV | I–III | I–IV | III | III–IV | IV | Summa | (15 : 1) |
| | 123 | 0–I | 16 | 26 | 5 | 7 | 16 | 28 | 17 | — | — | 1 | — | — | 116 | |
| | 27 | I–II | — | 2 | — | 1 | 6 | 10 | 5 | 3 | — | 1 | — | — | 28 | |
| | 14 | II–III | — | 1 | — | — | — | -- | 1 | 1 | 3 | 1 | 4 | 3 | 14 | |
| | 4 | III–IV | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 1 | 2 | 4 | |
| Absolut | 168 | | 16 | 29 | 5 | 8 | 22 | 38 | 23 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 162 | |
| Je 16 | | | 15,51 | | | | | | | | | | | 0,49 | 16,0 | 1,70 |

Tabelle 24b

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse C | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse C | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | 0 | 0–I | 0–II | 0–III | 0–IV | I–II | I–III | I–IV | II–III | III | III–IV | IV | Summa |
| | 123 | 0–I | 36 | 10 | 19 | 30 | 15 | 1 | — | — | 2 | — | — | — | 113 |
| | 27 | I–II | 2 | — | 2 | 11 | 8 | 4 | — | — | 3 | 1 | 1 | — | 32 |
| | 14 | II–III | — | — | — | — | — | — | — | 2 | 2 | 5 | 1 | — | 10 |
| | 4 | III–IV | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | 2 | — | 4 |
| Absolut | 168 | | 38 | 10 | 21 | 41 | 23 | 5 | — | 2 | 7 | 8 | 4 | — | 159 |

Tabelle 24c

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse C | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse D | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 64 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i | i–0 | 0 | i–I | i–II | i–III | I–III | III | III–IV | IV | Summa | (63 : 1) |
| | 123 | 0–I | 42 | 24 | 7 | 8 | 19 | 14 | — | — | 2 | — | 116 | |
| | 27 | I–II | 6 | 3 | — | 3 | 7 | 7 | 1 | 1 | — | — | 28 | |
| | 14 | II–III | 4 | 1 | — | 1 | 2 | 3 | — | — | 3 | — | 14 | |
| | 5 | III–IV | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 2 | 1 | 4 | |
| Absolut | 168 | | 53 | 28 | 7 | 12 | 28 | 24 | 1 | 1 | 7 | 1 | 162 | |
| Je 64 | | | 63,60 | | | | | | | | | 0,40 | 64,0 | 0,97 |

## Tabelle 25a—c

**Gesamtergebnisse der Infektionen von G 96/1—10 (Gopal C. J. 1091 × CP 10321) mit den Mehltaurassen B, C und D (ausgeführt an $F_2$-Familien)**

### Tabelle 25a

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = (16) (15 : 1) | $\frac{D}{m}$ für K = 64 (63 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [illegible] | i—0 | 0 | i—I | i—II | i—III | i—IV | I—III | I—IV | III | III—IV | IV | Summa | | |
| Absolut . . . | 34 | 111 | 76 | 38 | 72 | 109 | 150 | 43 | 27 | 16 | 26 | 46 | 748 | | |
| Je 16 . . . | (15,02) | | | | | | | | | | | (0,98) | (16,0) | (0,14) | |
| Je 64 . . . | 60,24 | | | | | | | | | | | 3,76 | 64,0 | | 9,5 |

### Tabelle 25b

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse C | | | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = (16) (15 : 1) | $\frac{D}{m}$ für K = 64 (63 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0—I | 0—II | 0—III | 0—IV | I—II | I—III | I—IV | II—III | III | III—IV | IV | Summa | | |
| Absolut . . . | 198 | 68 | 78 | 160 | 84 | 14 | 14 | 25 | 17 | 22 | 36 | 18 | 734 | | |
| Je 16 . . . | (15,61) | | | | | | | | | | | (0,39) | (16,0) | (4,27) | |
| Je 64 . . . | 62,43 | | | | | | | | | | | 1,57 | 64,0 | | 1,97 |

### Tabelle 25c

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse D | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 64 (63 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | i—0 | 0 | i—I | i—II | i—III | i—IV | I—III | III—(IV) | IV | Summa | |
| Absolut . . . | 160 | 192 | 48 | 76 | 101 | 69 | 58 | 9 | 22 | 12 | 747 | |
| Je 64 . . . | 62,97 | | | | | | | | | 1,03 | 64,0 | 0,10 |

**Die Tabellen 26a—c und 27a—c enthalten die Ergebnisse der in $F_3$ mit Rasse B bzw. C geprüften Variantenhälften der $F_1$-Familien G 97/1 und 3, sowie das Verhalten ihrer $F_3$-Familien nach Infektion mit den Rassen B, C und D**

Tabelle 26a

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i | i–0 | 0 | i–I | i–II | I | I–II | II | III | Sa. |
| | 222 | 0 | 44 | 28 | 4 | 53 | 91 | — | — | — | — | 220 |
| | 19 | II | — | — | — | — | — | 10 | 9 | — | — | 19 |
| | 91 | III | — | — | — | — | 2 | 4 | 26 | 54 | 1 | 87 |
| Absolut | 332 | | 44 | 28 | 4 | 53 | 93 | 14 | 35 | 54 | 1 | 326 |

Tabelle 26b

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse C | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | 0 | 0–I | 0–II | 0–III | 0–IV | I–II | I–III | I–IV | III | III–IV | IV | Sa. |
| | 222 | 0 | 66 | 14 | 18 | 113 | 5 | 1 | 2 | 1 | — | — | — | 220 |
| | 19 | II | — | — | 1 | 7 | — | 1 | 3 | — | 1 | 6 | — | 19 |
| | 91 | III | — | — | — | 2 | — | 3 | 3 | — | 15 | 56 | 8 | 87 |
| Absolut | 332 | | 66 | 14 | 19 | 122 | 5 | 5 | 8 | 1 | 16 | 62 | 8 | 326 |

Tabelle 26c

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse B | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse D | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i–0 | 0–I | 0–III | 0–IV | III–IV | IV | Sa. |
| | 222 | 0 | 77 | 4 | 7 | 132 | — | — | 220 |
| | 19 | II | — | — | 1 | 6 | 6 | 6 | 19 |
| | 91 | III | — | 1 | — | 5 | — | 81 | 87 |
| Absolut | 332 | | 77 | 5 | 8 | 143 | 6 | 87 | 326 |

Die zu große relative Häufigkeit der für Mehltaurasse D stark anfälligen $F_3$-Familien (Klasse IV), also der dreifach rezessiven Form steht, unter Voraussetzung der mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmenden Koppelungen (Anziehung), vollkommen mit der Erwartung im Einklang. Die Frage, ob es sich bei dem alle Mehltaurassen umschließenden Resistenzkomplex um eine Koppelungsgruppe von Genen handelt, die gegen sämtliche Rassen in gleicher Weise wirksam sind, oder ob mit einem Hauptfaktor von allgemeiner Wirksamkeit Nebenfaktoren in verschiedener Stärke gekoppelt sind, welche auf die einzelnen Mehltaurassen spezifisch wirken, müßte in besonderen, auf diese Fragestellung zugeschnittenen Untersuchungen geklärt werden.

## Kreuzung G 96 = Gopal C. J. 1091 × CP 103 21 (1933)

Der Kreuzung G 96 liegen ähnliche faktorielle Beziehungen zugrunde, wie sie bei G 95 abgeleitet wurden. Nur sind hier die Spaltungsverhältnisse durch die Wirkung des in der CP 103 21 gegenüber verschiedenen Mehltaurassen mehr oder weniger stark wirksamen Chlorosefaktors nicht so eindeutig. Nach den in den Tabellen 25 a—c enthaltenen Gesamtergebnissen der Infektion mit den Rassen B, C und D ist auf Grund variationsstatistischer Berechnung schwer zu entscheiden, ob es sich um di- oder trihybride Vererbung handelt. Die größere Wahrscheinlichkeit

spricht trotz der geringeren Sicherheit für die Annahme von 3 Faktorenpaaren. Die Wirkung der partiellen Koppelung zwischen den beiden Resistenzgenen der Gopal einerseits und mit einem subletal wirkenden Faktor andererseits käme bei dieser Annahme auch in der vorliegenden Kreuzung durch die zu große relative Häufigkeit der anfälligen Familien zum Ausdruck. Demnach würde neben den beiden partiell-gekoppelten Resistenzfaktoren der Gopal noch der in früheren Kreuzungen für CP 103 21 nachgewiesene Chlorosefaktor eine modifizierende Wirkung auf den Infektionstypus ausüben. Daß die Wirksamkeit dieses Modifikationsfaktors sich bei den Kreuzungsnachkommenschaften auch gegenüber den beiden Mehltaurassen C und D äußert, obwohl er in den elterlichen Infektionstypen nur gegenüber den Mehltaurassen A und B deutlich zum Ausdruck kommt, erklärt sich durch eine nach Bastardierung häufig zu beobachtende größere Labilität verschiedener Merkmale.

Tabelle 27a

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse C | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i | i–0 | 0 | i–II | i–III | II | II–III | III | IV | Summa |
| | 54 | 0 | 26 | 16 | 2 | 4 | 8 | — | — | — | — | 56 |
| | 198 | 0—I | 22 | 27 | 3 | 16 | 120 | — | 5 | 1 | — | 194 |
| | 11 | I—II | — | — | — | — | 10 | — | 1 | — | — | 11 |
| | 23 | II—III | — | — | — | — | 1 | 2 | 9 | 11 | — | 23 |
| | 70 | III—IV | — | — | — | — | 1 | — | 11 | 60 | — | 72 |
| Absolut | 356 | — | 48 | 43 | 5 | 20 | 140 | 2 | 26 | 72 | — | 356 |

Tabelle 27b

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse C | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse C | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | 0 | 0–I | 0–II | 0–III | 0–IV | I–III | I–IV | III | III–IV | IV | Summa |
| | 54 | 0 | 43 | 2 | — | 9 | 2 | — | — | — | — | — | 56 |
| | 198 | 0—I | 36 | 14 | 10 | 112 | 14 | 3 | 3 | 2 | — | — | 194 |
| | 11 | I—II | — | — | — | 6 | 2 | 1 | 2 | — | — | — | 11 |
| | 23 | II—III | — | — | — | 1 | — | — | — | 12 | 9 | 1 | 23 |
| | 70 | III—IV | — | — | — | 1 | — | — | — | 9 | 43 | 19 | 72 |
| Absolut | 356 | — | 79 | 16 | 10 | 129 | 18 | 4 | 5 | 23 | 52 | 20 | 356 |

Tabelle 27c

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$ gegen Rasse C | | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse D | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pflanzen | Typ | i–0 | 0–I | 0–III | 0–IV | III–IV | IV | Summa |
| | 54 | 0 | 45 | — | 2 | 9 | — | — | 56 |
| | 198 | 0—I | 56 | 4 | 16 | 112 | 4 | 2 | 194 |
| | 11 | I—II | — | — | 2 | 9 | — | — | 11 |
| | 23 | II—III | — | — | — | 1 | — | 22 | 23 |
| | 70 | III—IV | — | — | — | 1 | — | 71 | 72 |
| Absolut | 356 | — | 101 | 4 | 20 | 132 | 4 | 95 | 356 |

### Kreuzung G 97 = Gopal C. J. 1091 × Ackermanns Isaria (1933)

Bezüglich der Mehltaurasse B stellt die Kreuzung G 97 eine Kombination der Infektionstypen 0 × III dar. Das Infektionsverhalten von Isaria ist ziemlich labil und variiert je nach Außenbedingungen zwischen den Infektionstypen II und III. Bereits die Bonitierung der $F_2$-Pflanzen ermöglichte eine ziemlich scharfe Trennung zwischen befallsfreien Pflanzen (Typ 0) einerseits und schwach bis mäßig stark befallenen Pflanzen (Typ II und III) andererseits. Stark anfällige Individuen bzw. Familien (Typ IV) konnten weder in der $F_2$ noch $F_3$ beobachtet werden. Daraus muß gefolgert werden, daß dem Faktor für mäßige Resistenz gegenüber Rasse B, der bereits auf Grund früherer Untersuchungen (G 110, Tabelle 19 a) für Isaria ermittelt wurde, in der Gopalgerste ein alleler Partner gegenübersteht. Infolge seiner Hypostasiebeziehung zu den beiden partiell gekoppelten Genen für die universelle Gopalresistenz kann dieser Chlorosefaktor phänotypisch weder bei Gopal selbst noch bei den resistenten Varianten der Kreuzung G 97 zur Wirkung kommen, sondern lediglich in den bezüglich der Gopalresistenz rezessiven, also anfälligen Varianten.

Tabelle 28 a—c. Gesamtergebnisse der Infektionen von G 97/1—8 (Gopal C. J. 1091 × Isaria) mit den Mehltaurassen B, C und D (ausgeführt an $F_3$-Familien)

Tabelle 28a

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (12 : 4) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | i—0 | 0 | i—II | i—III | II | II—III | III | IV | Sa. | |
| | 129 | 135 | 49 | 113 | 417 | 38 | 67 | 231 | — | 1179 | |
| Beobacht. absolut | 313 | | | 113 | 417 | 336 | | | | | |
| „ je 16 . | 4,25 | | | 1,53 | 5,66 | 4,56 | | | | 16,0 | 2,77 |
| Erwartet je 16 . | 4 | | | 2 | 6 | 4 | | | | | |

Tabelle 28b

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse C | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0—I | 0—II | 0—III | 0—IV | I—III | I—IV | III | III—IV | IV | Sa. | |
| Absolut . . . . | 269 | 58 | 47 | 343 | 124 | 42 | 21 | 138 | 66 | 72 | 1180 | |
| Je 16 . . . . | 15,02 | | | | | | | | | 0,98 | 16.0 | 0,18 |

Tabelle 28c

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse D | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i—0 | i—I | i—III | i—IV | I—IV | II—IV | III | III—IV | IV | Sa. |
| Absolut . . . . | 312 | 26 | 38 | 481 | 17 | 7 | 17 | 37 | 244 | 1179 |
| Je 16 . . . . | 12,69 | | | | | | | | 3,31 | 15,99 |

Nachdem aber sämtliche anfälligen Varianten der Kreuzung G 97 in ihrem Infektionstypus, z. B. im Vergleich zu ihrem Verhalten gegen Rasse C um etwa 1° nach der resistenten Richtung verschoben sind und eine Transgression in Richtung höherer Anfälligkeit über den Typ III des Isariaelters

hinaus überhaupt nicht vorkommt, bestätigt sich die auf Grund der $F_3$-Untersuchugen gemachte Annahme, daß Gopal und Isaria einen allelen Nebenfaktor für mäßige Resistenz (Typ II—III) beherbergen, auf dessen rassenspezifische Wirksamkeit nur die Mehltaurasse B durch Chlorose und schwach ausgeprägte Subinfektion anspricht.

Bezüglich der beiden partiell-gekoppelten Resistenzfaktoren der Gopal muß selbstverständlich auch in der Kreuzung G 97 der gegenüber Rasse B beobachtete bifaktorielle Erbgang ausgeprägt sein, wobei wiederum die infolge der gekoppelten Vererbung in Verbindung mit der durch die subletale Wirkung eines der beiden Faktoren bedingte zu große Häufigkeit der anfälligen Familien zum Ausdruck kommt.

Bei Infektion mit den Mehltaurassen C und D liegen der Kreuzung G 97 die Kombinationen O × IV zugrunde. Schon daraus geht hervor, daß die Wirksamkeit des beiden Eltern gemeinsamen Chlorosefaktors auf die Mehltaurasse B beschränkt ist und normalerweise auch die Vererbung der gekoppelten Faktoren für Gopalresistenz nicht beeinflussen kann. Für die Deutung des Verhaltens der $F_2$-Pflanzen gegenüber Rasse C (Tabelle 27 a bis c) sowie der $F_2$-Familien (Tabelle 28 b und c) gegen die Mehltaurassen C und D müssen in Anbetracht der großen Variabilität mindestens 2 Faktoren zugrunde gelegt werden. Die auffallend verschiedene relative Häufigkeit der rezessiven Klasse (IV) macht es wahrscheinlich, daß mit einem universal wirkenden Hauptresistenzfaktor der Gopal rassenspezifisch wirksame Nebenfaktoren in verschiedener Stärke gekoppelt sind.

### Kreuzungen mit Palestine C. J. 939

Die $F_2$-Generationen dieser Kreuzungen wurden nicht geprüft. Die ersten Infektionen wurden in $F_3$ an $F_3$-Familien durchgeführt. Als Kreuzungspartner wurden wie in den vorausgehenden Kreuzungen verwendet: CP 127 422, CP 103 21 und Ackermanns Isaria. Zur Prüfung wurden die Rassen A, H, D, B und C herangezogen. Das Verhalten der Elternsorten gegenüber diesen Mehltaurassen ist aus nachfolgender Zusammenstellung zu entnehmen (Übersicht 3):

Übersicht 3

| Elternsorten | Verhalten gegen Mehltaurasse | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | A | H | D | B | C |
| Palestine C. J. 939 | I—II (C) n, S | II—III (n) S | II—III (C) S | II (n, C) S | II—(I) (n) S |
| CP 127 422 | i | i | i | IV | IV |
| CP 103 21 | 0 cc—C | i—0 | i | III—IV C, n, S | IV |
| Ackermanns Isaria | IV | IV | IV | II—III C (n) | IV |

Zum Mehltauverhalten der mütterlichen Elternsorte Palestine ist zu bemerken, daß es sehr labil ist. Die schwachen Chlorosen und Nekrosen sind nicht immer deutlich ausgeprägt, die Befallstärke ist dabei zwar gewissen Schwankungen unterworfen, tritt aber immer deutlich als „Subinfektion", meist in flächenhafter Ausbreitung und ohne scharf abgesetzte Konidienlager, in Erscheinung.

**Kreuzung G 64 = Palestine C. J. 939 × CP 127 422 (1933)**

Es standen 17 $F_1$-Pflanzen zur Verfügung, deren Nachkommenschaften sich den verschiedenen Mehltaurassen gegenüber nicht unterschiedlich verhielten, so daß ihre Ergebnisse zusammengefaßt werden können.

Tabelle 29

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse A | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ (63 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | 0 | i—I | i—II | i—IV | II | II—IV | III | III—IV | IV | Sa. | |
| Absolut . . | 129 | 13 | 25 | 146 | 64 | 57 | 45 | 3 | 1 | 5 | 488 | |
| Je 64 . . . | 64,34 | | | | | | | | | 0,66 | | 0,97 |

Nach Tabelle 29 ergibt sich im Verhalten der $F_2$-Familien eine fluktuierende Variabilität mit starker Transgression nach anfällig. Setzt man die homozygot-stark anfällige Klasse (IV) zur Gesamtzahl aller übrigen Klassen in Beziehung, so ergibt sich ein angenähertes trifaktorielles Spaltungsverhältnis. Mit dem bereits aus früheren Kreuzungen bekannten Hauptfaktor für die A-D-Resistenz der CP-Gerste, der in homozygot-rezessiver Veranlagung Typ i bedingt, müssen demnach noch 2 Nebenfaktoren zusammenwirken, die offensichtlich der Resistenz der Palestine (Typ I—II) gegen Rasse A zugrunde liegen, da ja auf Grund der früheren Analysen CP 127 422 neben dem Hauptfaktor keinerlei Nebengene beherbergt. Die gegenüber Rasse A wirksamen Nebengene der Palestine sollen mit $P_1$ und $P_2$ bezeichnet werden.

Entsprechend dieser Nomenklatur haben wir es in der Kreuzung G 64 mit der Kombination folgender Genotypen zu tun:

Palestine (I—II) × CP 127 422 (i)
DD $P_1P_1$ $P_2P_2$ × dd $p_1p_1$ $p_2p_2$

Da uns über die graduelle Resistenzwirkung der beiden Palestinefaktoren nichts näheres bekannt ist, setzten wir ihre Wirkung als gleich stark voraus, etwa so, daß jedes einzelne dieser Nebengene in homozygot-dominanter Veranlagung die Herabminderung der starken A-Anfälligkeit (DD $p_1p_1$ $p_2p_2$ = IV) um einen Resistenzgrad zur Folge hat (gleichsinnig-kumulative Polymerie). Bei rezessiver Veranlagung der beiden P-Gene, in Verbindung mit dem rezessiven Hauptfaktor für A-D-Resistenz, kommt der väterliche Infektionstypus der CP 127 422 zustande (dd $p_1p_1$ $p_2p_2$ = i). Infolge der Epistasiebeziehung von dd über $P_1P_1$ und $P_2P_2$ sind sämtliche dd-Genotypen befallsfrei wie der CP-Elter. Ideal müßten demnach 16/64 homozygot-befallsfreie Familien erwartet werden, was sich nicht ganz mit der Beobachtung deckt (Klasse i + 0 = 19,68/64). Es wurden demnach etwas zuviel befallsfreie Nachkommenschaften ermittelt. Wenn der Überschuß an resistenten Familien auch innerhalb der Fehlergrenze liegt, so darf im Zusammenhang mit dieser Feststellung doch an eine in den Tabellen 14 a und 16 a beobachtete gleichgerichtete Zertationserscheinung hingewiesen werden.

Als konstante Kreuzungsnova sind folgende Genotypen zu erwarten:

1. DD $p_1p_1$ $p_2p_2$ . . . = IV
2. DD $p_1p_1$ $P_2P_2$ . . . = III
3. DD $P_1P_1$ $p_2p_2$ . . . = III
4. dd $p_1p_1$ $P_2P_2$ . . . = 0
5. dd $P_1P_1$ $p_2p_2$ . . . = 0
6. dd $P_1P_1$ $P_2P_2$ . . . = 0

Die befallsfreien Austauschformen (Nr. 4—6) müßten bei freier Mendelspaltung mit je 1/64 in den 19,68/64 der befallsfreien Klassen i und O enthalten sein. Nachdem aber die konstant-anfälligen Austauschgenotypen III und IV in einer viel zu geringen relativen Häufigkeit beobachtet werden (III = 0,39/64 und IV = 0,66/64), ist mit einer Koppelung zwischen D einerseits sowie $P_1$ und $P_2$ andererseits zu rechnen.

Entsprechend dieser angedeuteten zweifachen Koppelung müßten unter den befallsfreien Nachkommenschaften die vatergleichen Phänotypen (i) gegenüber den befallsfreien Austauschphänotypen (O) nicht nur absolut in einem etwa zu erwartenden Verhältnis 3 : 1 überwiegen, sondern noch relativ stärker in der Mehrzahl vertreten sein. Wenn auch eine sichere Trennung der befallsfreien Familien nach homozygot i und O bzw. heterozygot infolge der Modifizierbarkeit der Merkmale erschwert ist, so ergibt sich aus der Beobachtung immerhin ein entsprechend der vermuteten Koppelung verschobenes Verhältnis (3,63 : 0,37).

Tabelle 30

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse D | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | i—O | i—I | i—II | I—IV | II—III | II—IV | IV | Sa. | |
| Absolut . . | 112 | 27 | 21 | 102 | 102 | 57 | 42 | 25 | 488 | |
| Je 16 . . . | 15,18 | | | | | | | 0,82 | 16,0 | 1,03 |

Nach den Infektionsergebnissen der $F_2$-Familien (Tabelle 30) ergibt sich für die Vererbung der D-Resistenz ein dihybrides Verhältnis, so daß außer dem pleiotrop wirkenden rezessiven Hauptfaktor für die A-D-Resistenz der CP (dd) noch ein Nebenfaktor im Spiele sein muß, der nur in der Palestine gegeben sein kann. Diesem Nebenfaktor geben wir die Bezeichnung $P_3$. Das Verhalten der Palestine gegenüber der Rasse D wird demnach nur durch die Wirksamkeit eines Nebenfaktors bestimmt, während an der Resistenzwirkung gegen die Hauptrasse A, wie vorausgehend festgestellt wurde, 2 Nebenfaktoren $P_1$ und $P_2$ beteiligt sind. Diese Annahmen, die nach den Ergebnissen der Tabellen 30 bzw. 29 berechtigt sind, finden eine weitere Bestätigung im Verhalten der Elternsorte Palestine selbst, die gegenüber Rasse A den Typus I—II (C, n, S) verkörpert, während sie gegenüber der Rasse D nur mit einem geringeren Resistenzgrad (II—III, C, S) anspricht. Die kombinierte Resistenzwirkung der beiden Nebengene $P_1$ und $P_2$ ist begreiflicherweise größer, wie die alleinige Wirkung von $P_3$, immer unter der Voraussetzung einer annähernd gleich starken, gleichsinnigen Resistenzwirkung der einzelnen P-Gene.

Die genotypische Formel für die Vererbung des Resistenzverhaltens gegenüber der Mehltaurasse D in Kreuzung G 64 wäre somit folgendermaßen darzustellen:

Palestine (II—III) × CP 127 422 (i)
DD $P_3P_3$ × dd $p_3p_3$

Als Kreuzungsnova sind zu erwarten:

1. DD $p_3p_3$ . . . . (IV) 2. dd $P_3P_3$ . . . . (O)

Ob $P_3$ von D vollkommen unabhängig ist, oder eine schwache Koppelung beider Gene vorliegt, kann auf Grund der erhaltenen Zahlen nicht entschieden werden.

Tabelle 31

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse H | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (i)O(I) | 0—III | 0—IV | II—III | III—IV | IV | Sa. | |
| Absolut . . . . | 144 | 104 | 128 | 38 | 55 | 19 | 488 | |
| Je 16 . . . . | 15,38 | | | | | 0.62 | 16,0 | 2,17 |

Nach den Ergebnissen der vorausgehenden Tabelle 31 sind bei der Vererbung des Verhaltens von G 64 gegenüber Mehltaurasse H 2 Faktoren im Spiele. Neben dem Hauptfaktor für die CP-Resistenz macht sich noch ein Nebenfaktor der Palestine geltend. Wie später zu beweisen sein wird, handelt es sich dabei mit großer Wahrscheinlichkeit um das Gen $P_1$, einen der beiden Komponenten der A-Resistenz von Palestine. In der Kreuzung G 64 sind demnach bezüglich der Rasse H folgende Genotypen kombiniert:

Palestine (II—III) $\times$ CP 127 422 (i)
DD $P_1P_1$ $\times$ dd $p_1p_1$

Als konstante Austauschgenotypen treten auf:

1. DD $p_1p_1$ . . . (IV) 2. dd $P_1P_1$ . . . (O)

Die zu geringe Häufigkeit der dominant-rezessiven Austauschklasse (DD $p_1p_1$ = IV) mit 0,62/16 bestätigt die partielle Koppelung, auf die bereits aus dem Spaltungsverhältnis bezüglich der Hauptrasse A nach Tabelle 29 geschlossen wurde. Die Koppelung mit Gen D weist darauf hin, daß der die H-Resistenz der Palestine bewirkende P-Faktor mit einem Gen der Koppelungsgruppe D $P_1P_2$ identisch ist. Wir bereits vorausgeschickt wurde, ist dies $P_1$. Ganz entsprechend dem Wirkungsgrad von $P_3$ auf das Verhalten der Palestine gegenüber der Mehltaurasse D, kann die durch das Gen $P_1$ allein bedingte Hemmung der Pilzentwicklung nicht so weitgehend sein, wie die durch $P_1P_2$ verursachte Beeinträchtigung der Rasse A. Der Infektionstypus der Palestine gegenüber der Rasse H entspricht folgerichtig auch annähernd dem Verhalten gegenüber Rasse D (II—III mit Neigung nach III).

Tabelle 32

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für: K = 4 (2 : 2) | K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | II | II-III | III | II—IV | III—IV | IV | Sa. | | |
| Absolut . . . | 62 | 78 | 26 | 164 | 65 | 94 | 489 | | |
| Je 4 . . . | 1,15 | | 1,55 | | 1,31 | | 4,01 | (5,00) | |
| Je 16 . . . | 5,43 | | | 7,49 | | 3.08 | 16,0 | | (12,2) |

Durch Zusammenfassung der homozygot-resistenten Klasse (II) mit der Klasse II—III zu einer Gruppe der „resistenten" Familien sowie der Klasse IV und III—IV als „anfällige" Gruppe, ließe sich durch die Gegenüberstellung mit den mittleren Klassen III und II—IV eine monohybride Verteilung nach 1 : 2 : 1 vortäuschen. Das Vorkommen mehrerer heterozygoten Klassen, die nach ganz verschiedenen Verhältnissen spalten einerseits und der konstanten Zwischenform vom Typ III andererseits, spricht jedoch für eine bifaktorielle Veranlagung der B-Resistenz der Palestine. Auf Grund eigener Erfahrungen sowie der genetischen Untersuchungen von

**Briggs** und **Stanford** (3) war von vornherein anzunehmen, daß eine so weitgehende Hemmung der normalen Pilzentwicklung von der Befallstärke IV bis II, wie sie für das Verhalten der Palestine gegenüber der Mehltaurasse B nachgewiesen wurde, nicht durch ein einzelnes Nebengen, sondern durch die kombinierte Wirkung mindestens zweier Gene bedingt ist.

Nachdem die Prüfung der $F_2$-Familien mit Rasse B, bei dihybrider Deutung des Spaltungsverhältnisses, einen bedeutenden Überschuß an Familien der doppelt-rezessiven Klasse ergeben hat, die hier dem väterlichen Infektionstyp (IV) entspricht, sind für die B-Resistenz der Palestine (Typ II) 2 P-Gene anzunehmen, die, nach dem Grad ihrer Koppelung zu schließen, bei geringer Entfernung im gleichen Chromosom lokalisiert sein müssen (Austauschwert etwa 12 %).

Es drängt sich nun die Frage auf, ob die beiden gegenseitig gekoppelten P-Gene mit den beiden Nebenfaktoren der Palestine identisch sind, welche in der gleichen Kreuzung im Zusammenspiel mit dem Hauptfaktor für die CP-Resistenz den trihybriden gekoppelten Erbgang der A-Resistenz in G 64 bedingen. Eine diesbezügliche Beweisführung würde jedoch in diesem Zusammenhang zu weit führen, so daß sie in einen besonderen Abschnitt verlegt werden muß. Als Ergebnis können wir jedoch vorwegnehmen, daß die B-Resistenz der Palestine mit großer Wahrscheinlichkeit durch die kombinierte Wirkung der Nebengene $P_1$ und $P_3$ hervorgerufen wird, die wir einzeln bereits als genetische Grundlagen für die H- bzw. D-Resistenz der Palestine kennen gelernt haben. Auf 2 P-Genen beruhend, muß die Anfälligkeit der Palestine gegenüber der Mehltaurasse B geringer sein (II mit Neigung nach I), wie sie es den Mehltaurassen H und D gegenüber ist (II—III mit Neigung nach III).

Bezüglich ihres Verhaltens gegenüber der Mehltaurasse B sind in der Kreuzung G 64 folgende Genotypen vereinigt:

Palestine (II) × CP 127 422 (IV)
$P_1P_1\ P_3P_3 \times p_1p_1\ p_3p_3$

Als Kreuzungsnova sind zu erwarten:

1. $P_1P_1\ p_3p_3$ 2. $p_1p_1\ P_3P_3$
(beide ungefähr dem Infektionstyp III entsprechend).

Tabelle 33

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse C | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 64 (63 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | I—II | II | I—III | I—IV | II—III | II—IV | III | III—IV | IV | Sa. | |
| Absolut . . | 12 | 85 | 124 | 19 | 26 | 56 | 126 | 5 | 12 | 20 | 485 | |
| Je 64 . . | 61,36 | | | | | | | | | 2,64 | 64,0 | 4,56 |

Nach Tabelle 33 kann mit großer Wahrscheinlichkeit eine trifaktorielle Veranlagung der C-Resistenz der Palestine angenommen werden. Zugunsten dieser Annahme spricht auch das Resistenzverhalten dieser Sorte gegenüber der Mehltaurasse C. In Anbetracht der hohen Aggressivität dieser Rasse dürfte es verständlich sein, daß zur Herabminderung der normalen Anfälligkeit (IV) bis zur Befallstärke II(—I) die kombinierte Wirksamkeit von 3 graduell gleichsinnig wirkenden Faktoren erforderlich ist. Wie später nachgewiesen werden soll, reagiert die Mehltaurasse C auf sämtliche 3 P-Faktoren, die wir als Erbgut für die Resistenz der Palestine bis

jetzt analysiert haben. Die Kreuzung G 64 stellt demnach eine Kombination folgender Genotypen dar:

Palestine (II—I) × CP 127 422 (IV)

$P_1P_1\ P_2P_2\ P_3P_3 \times p_1p_1\ p_2p_2\ p_3p_3$

Die trimere Veranlagung der C-Resistenz von Palestine erhellt auch aus der im Gegensatz zu den vorausgehend behandelten Rassen wesentlich stärkeren Ausprägung einer fluktuierenden Variabilität der $F_2$, woraus sich die Notwendigkeit ergab, die Zahl der Klassen zu erhöhen.

Eine graduell gleich starke Wirkung eines jeden der 3 P-Faktoren vorausgesetzt, sind folgende Neukombinationen zu erwarten:

a) zweifach-dominant: 1. $P_1P_1\ P_2P_2\ p_3p_3$ (Typ II)
2. $P_1P_1\ p_2p_2\ P_3P_3$ „
3. $p_1p_1\ P_2P_2\ P_3P_3$ „

b) einfach-dominant: 4. $P_1P_1\ p_3p_3\ p_2p_2$ (Typ III)
5. $p_1p_1\ P_2P_2\ p_3p_3$ „
6. $p_1p_1\ p_2p_2\ P_3P_3$ „

Die beiden als konstante Zwischenformen auftretenden Befallstärken II und III wurden in sehr verschiedener Häufigkeit beobachtet, was auf eine ungleich starke gegenseitige Koppelung der 3 P-Gene schließen läßt.

**Die gegenseitigen Beziehungen im Resistenzverhalten der Kreuzung G 64 gegenüber den Mehltaurassen A, H, D, B und C**

1. A — H — D

Nach Übersicht 1 sind auf Grund ihres Verhaltens gegenüber den Standardsorten die Mehltaurassen A, H, J und D, welche die Weihenstephaner Mehltauresistente (CP 127 422) nicht zu infizieren vermögen, zur Rassengruppe I zusammengefaßt worden (H o n e c k e r [9]). Zur Prüfung der $F_3$-Familien der Kreuzung G 64 wurden aus dieser Rassengruppe nur die Rassen A, H und D herangezogen, da die Rasse J sich nur undeutlich von D unterscheiden läßt. Die Befallsfreiheit (Typ i) der CP 127 422 beruht, wie bereits früher nachgewiesen wurde (Tabelle 10), auf dem pleiotrop wirkenden Gen Dd. Bezüglich der Rasse A wurde einwandfrei eine Vererbung nach dem intermediären Schema beobachtet, während bei Infektion mit Rasse D eine unvollständige Dominanz der Anfälligkeit vorliegt, so daß also ausnahmsweise die Resistenz rezessiv vererbt wird.

Die Prüfungsbefunde der $F_3$-Nachkommenschaften von G 64 mit den Rassen A, H und D sind nun geeignet, die Beziehung zwischen diesen Rassen zu prüfen. Von insgesamt 488 Familien erwiesen sich 142 als homozygot-befallsfrei (i—O) gegenüber der Hauptmehltaurasse A. Das Verhalten dieser Nachkommenschaften gegenüber den Rassen H und D ergibt sich aus Tabelle 34. Darnach kann kein Zweifel bestehen, daß sich die pleiotrope Wirkung des Hauptfaktors für die CP-Resistenz auf sämtliche Vertreter der Rassengruppe I erstreckt (Gruppenresistenz).

Tabelle 34

| Rasse A | Rasse H | | | In % von A | Rasse D | | | In % von A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gesamtzahl der resistenten Familien | Familien in Klasse | | | | Familien in Klasse | | | |
| | absolut | % | Typ | | absolut | % | Typ | |
| 142 × i—(0) | 10 | 100,0 | i—0 | 7,0 | 112 | 100,0 | i | 78,9 |
| | 119 | 100,0 | 0 | 84,5 | 27 | 100,0 | i—0 | 19,0 |
| | 13 | 86,6 | 0—I | 8,5 | 3 | 14,3 | 0—I | 2,1 |
| | 142 | | | 100,0 | 142 | | | 100,0 |

Zu Tabelle 34—44 ist zu bemerken: Die Klassenprozente geben an, ob alle oder nur ein Teil der Familien der betreffenden Klasse das angegebene Verhalten zeigen.

Bezüglich der Rasse H ergibt sich demnach, daß von 142 gegenüber A befallsfreien Nachkommenschaften 129 auch gegenüber der Rasse H befallsfrei blieben (= 100 % der gegenüber H befallsfreien Familien, Typ i und O). Bei 13 Nachkommenschaften (= 86,6 % der Klasse H O—I) war bei einzelnen Pflanzen eine geringfügige Myzelentwicklung (Typ O—I) festzustellen. Darüber hinaus enthält die Klasse H O—I aber auch noch 3 Familien (= 13,4 % ihrer Klassenfrequenz), die auch gegenüber der Rasse A bereits leichten Befall aufwiesen. Entsprechendes gilt für Rasse D. Mit anderen Worten: Es gibt bei den Nachkommenschaften der Kreuzung G 64 keine absolut sicher zu erfassende Grenze zwischen Befallsfreiheit und Befall, die Klassengrenzen sind vielmehr durch das Zusammenwirken innerer und äußerer Faktoren verwischt, was sich in fluktuierender Variabilität äußert.

2. D — B

Es bleibt nun weiterhin zu untersuchen, ob sich auf Grund der Infektionsergebnisse der $F_2$-Familien irgendwelche Beziehungen zwischen den Vertretern der Rassengruppe I (A, H, D) und denjenigen der Rassengruppen II, soweit sie bei den Prüfungen berücksichtigt wurden (B, C), nachweisen lassen.

Zwischen der Befallsfreiheit gegenüber Rasse D als Vertreter der Rassengruppe I (Typ i und i—O), die überwiegend durch den Hauptresistenzfaktor dd der CP-Gerste bedingt ist, und dem Resistenzverhalten der gleichen Familien gegenüber der Rasse B als Vertreter der Rassengruppe II ist von vornherein eine Korrelation nicht zu erwarten, weil das Gen dd gegenüber sämtlichen Vertretern der Rassegruppe II nicht wirksam ist, so daß CP 127 422 von diesen Rassen stark befallen wird (IV).

Tabelle 35

| Rasse D: Anzahl der resistent. Familien | Rasse B: Familien in Klasse absolut | % | Typ | In % von D |
|---|---|---|---|---|
| 139 × (i u. i—O) | 24 | 37,7 | II | 17,3 |
| | 23 | 29,5 | II—III | 16,6 |
| | 4 | 15,4 | III | 2,9 |
| | 53 | 32,3 | II—IV | 38,2 |
| | 6 | 9,2 | III—IV | 4,3 |
| | 29 | 30,9 | IV | 20,9 |
| | 139 | | | 100,2 |

Tabelle 36

| Rasse B: Anzahl stark anfälliger Familien | Rasse D: Familien in Klasse absolut | % | Typ | In % von B |
|---|---|---|---|---|
| 94 × IV | 25 | 22,3 | i | 26,8 |
| | 3 | 11,1 | i—O | 3,2 |
| | 1 | 4,8 | i—I | 1,0 |
| | 2 | 2,0 | i—II | 2,1 |
| | 40 | 39,6 | i—IV | 42,5 |
| | — | — | II—III | — |
| | 3 | 7,2 | II—IV | 3,2 |
| | 20 | 80,0 | IV | 21,3 |
| | 94 | | | 100,1 |

Tabelle 35 zeigt eine völlig wahllose Verteilung der gegenüber Rasse D befallsfreien Nachkommenschaften auf sämtliche Befallsklassen der Rasse B. Eine starke Korrelation besteht dagegen zwischen der Anfälligkeit der $F_2$-Familien gegenüber Rasse D und der Anfälligkeit für Rasse B, wie aus Tabelle 36 klar ersichtlich ist.

80,0 % der für Rasse D homozygot-stark anfälligen Nachkommenschaften (Typ IV) zeigen nämlich gegenüber Rasse B das gleiche Verhalten. Auffallend ist weiterhin, daß 90,6 % aller für Rasse B stark an-

fälligen Nachkommenschaften sich bezüglich ihres Verhaltens gegenüber der Rasse D nach dem Prinzip der einfachen Mendelspaltung auf die Klassen i, i—IV und IV verteilen. Diesen Klassen kommen nach den aus Tabelle 30 gezogenen Folgerungen die genotypischen Formeln dd $p_8p_8$, Dd $p_8p_8$ und DD $p_8p_8$ zu. Unter Berücksichtigung der Modifizierbarkeit der Infektionstypen, von deren Ausmaß wir uns nach Tabelle 34 für die resistenten Varianten ein Bild machen können, ist ein Teil der Phänotypen der Tabelle 36 bestimmt noch zu den $p_8p_8$-Genotypen hinzuzuschlagen, so daß sich mit weitgehender Sicherheit folgern läßt, daß $p_8p_8$ im Genotyp der für B nach Typus IV homozygot-anfälligen Nachkommenschaften verankert sein muß. Nach dem bifaktoriellen Erbgang der B-Resistenz der Palestine in Tabelle 32 muß neben $P_8$ aber noch ein weiterer Faktor im Spiele sein.

3. B — C

Sowohl für die Anfälligkeit (IV) als auch für die Resistenz (II bzw. I—II) der Varianten gegenüber den beiden Mehltaurassen B und C (beide Vertreter der Rassengruppe II) ergeben sich nach den Tabellen 37 und 38 sehr eindeutige positive Korrelationen. Von ganz besonderer Bedeutung für unsere Argumentation ist einerseits die Feststellung, daß 95 % aller für Rasse C nach Typ IV homozygot-anfälligen Nachkommenschaften sich auch gegenüber der Rasse B genau gleich verhalten (nur eine einzige Familie fällt aus der Rolle). Andererseits zeigt sich eine auffallende Beziehung darin, daß die gegen Rasse B homozygot-resistenten Familien (Typ II) von der Rasse C von Typ III aufwärts nicht mehr befallen werden können.

Tabelle 37

| Rasse B: Stark anfällige Familien | Rasse C: Familien in Klasse absolut | % | Typ | In % von B |
|---|---|---|---|---|
| 94 × IV | 4 | 4,1 | I—II | 4,3 |
| | 1 | 5,3 | I—III | 1,1 |
| | 1 | 3,8 | I—IV | 1,1 |
| | 14 | 11,3 | II | 14,9 |
| | 11 | 19,6 | II—III | 11,7 |
| | 1 | 20,0 | III | 1,1 |
| | 39 | 31,0 | II—IV | 41,5 |
| | 4 | 33,0 | III—IV | 4,3 |
| | 19 | 95,0 | IV | 20,2 |
| | 94 | | | 100,2 |

Tabelle 38

| Rasse B: Resistente Familien | Rasse C: Familien in Klasse absolut | % | Typ | In % von B |
|---|---|---|---|---|
| 62 × II | 25 | 25,8 | I—II | 40,1 |
| | 23 | 18,6 | II | 37,2 |
| | 10 | 17,9 | II—III | 16,2 |
| | 1 | 5,3 | I—III | 1,6 |
| | 1 | 3,8 | I—IV | 1,6 |
| | 2 | 1,6 | II—IV | 3,2 |
| | — | — | III | — |
| | — | — | III—IV | — |
| | — | — | IV | - |
| | 62 | | | 99,9 |

Nach den Ergebnissen der Tabelle 32 wurde für das Verhalten der Palestine gegenüber der Mehltaurasse B die gekoppelte Gengruppe $P_1P_8$ angenommen. Der Genotyp der für B homozygot-resistenten Varianten wäre demnach $P_1P_1$ $P_8P_8$. Nach Tabelle 38 ist unter 62 Nachkommenschaften dieses Genotyps nicht eine einzige, welche für Rasse C nach Typ III oder IV homozygot-anfällig wäre. Dies beweist aber, daß Rasse C auf die Wirkung der beiden Gene $P_1$ und $P_8$ anspricht, was auch daraus hervorgeht, daß 40 % aller B-resistenten Familien auch C-resistent sind.

Auf Grund der Spaltungsergebnisse nach Infektion mit Rasse C (Tabelle 33) wurde trihybride Veranlagung für die C-Resistenz der Palestine ermittelt. Neben der partiell gekoppelten Gengruppe $P_1P_8$, die gegenüber Rasse C wirksam ist, wie sich aus den vorausgehenden Korrelationstabellen ergibt, muß demnach noch ein weiterer Faktor anwesend

sein, um die volle C-Resistenz (Typ II—I) der Palestine zu verwirklichen. Für diesen Faktor haben wir die Bezeichnung $P_2$ eingeführt.

Als Austauschgenotypen müssen aus der Kreuzung G 64 drei konstante, zweifach-dominante Formen (welche phänotypisch etwa Typ II verkörpern) sowie 3 homozygot-einfach-dominante Genotypen hervorgehen (die phänotypisch etwa eine Befallstärke III zeigen müßten). Nachdem die 62 homozygot-B-resistenten Familien den Genotyp $P_1P_1$ $P_3P_3$ besitzen, ist es einleuchtend, daß keine einzige dieser Formen gegenüber der Rasse C mit Infektionstypus III, III—IV und IV befallen werden kann. Derart stark für C-anfällige Familien müßten zweifach bzw. dreifach rezessiv sein, was bei Vorhandensein von $P_1$ und $P_3$ nicht möglich ist.

4. C — B

Tabelle 39

| Rasse C resistente Familien | Rasse B Familien in Klasse absolut | % | Typ | In % von C |
|---|---|---|---|---|
| 97 × I und I—II | 25 | 40,3 | II | 25,8 |
| | 27 | 34,6 | II—III | 27,9 |
| | 9 | 34,6 | III | 9,3 |
| | 22 | 13,4 | II—IV | 22,7 |
| | 10 | 15,4 | III—IV | 10,3 |
| | 4 | 4,3 | IV | 4,1 |
| | 97 | | | 100,1 |

Tabelle 40

| Rasse C stark anfällige Familien | Rasse B Familien in Klasse absolut | % | Typ | In % von C |
|---|---|---|---|---|
| 20 × IV | 20 | 21,3 | IV | 100,0 |
| | 20 | | | 100,0 |

Nimmt man das Verhalten gegen Rasse C als supponierte Eigenschaft, so ergibt sich ebenfalls eine deutliche positive Beziehung für die C- und B-Resistenz. Daß hierbei wider Erwarten einzelne B-anfällige Formen beobachtet wurden, kann vorläufig nicht erklärt werden (Tabelle 39). Selbstverständlich erscheint dagegen der Befund in Tabelle 40, wonach die für C stark anfälligen Nachkommenschaften dieses Verhalten 100prozent. auch gegenüber der Rasse B äußern, denn wenn unsere Annahme richtig ist, daß die C-Resistenz auf der kombinierten Wirkung von $P_1$ $P_2$ $P_3$ beruht, dann müssen die für C stark anfälligen Formen ($p_1p_1$ $p_2p_2$ $p_3p_3$) auch für Rasse B stark anfällig sein, die nur auf $p_1p_1$ $p_3p_3$ mit starkem Befall anspricht.

5. C — A

Tabelle 41

| Rasse C resistente Familien | Rasse A Familien in Klasse absolut | % | Typ | In % von C |
|---|---|---|---|---|
| 97 × I und I—II | 34 | 26,4 | i | 35,1 |
| | 5 | 38,5 | i—0 | 5,2 |
| | 10 | 40,0 | i—I | 10,3 |
| | 31 | 21,2 | i—II | 32,0 |
| | 16 | 28,1 | II | 16,5 |
| | 1 | 1,6 | I—IV | 1,0 |
| | — | — | II—IV | — |
| | — | — | III—IV | — |
| | 97 | | | 100,1 |

Tabelle 42

| Rasse C stark anfällige Familien | Rasse A Familien in Klasse absolut | % | Typ | In % von C |
|---|---|---|---|---|
| 20 × IV | 3 | 2,3 | i | 15,0 |
| | 10 | 15,6 | I—IV | 50,0 |
| | 2 | 66,6 | III | 10,0 |
| | 5 | 100,0 | IV | 25,0 |
| | 20 | | | 100,0 |

Die Tabelle 41 weist eine starke positive Korrelation auf zwischen der C- und A-Resistenz der Kreuzungsnachkommenschaften von G 64.

Wenn auch unter den als resistent supponierten 97 Nachkommenschaften wahrscheinlich auch heterozygote eingeschlossen sind, so sind die gegen Rasse C resistenten Familien doch fast zu 100 % auch mehr oder weniger A-resistent. Der höchstmöglichste Resistenzgrad gegenüber der Rasse C wird durch die dreifach-dominante Form $P_1P_1$ $P_2P_2$ $P_3P_3$ verkörpert. Die normal starke Anfälligkeit für Mehltaurasse A wird durch die Gene $P_1$ und $P_2$ von Infektionstypus IV auf II herabgedrückt, darüber hinaus von dem rezessiven CP-Faktor d bis zur völligen Befallsfreiheit gehemmt. Demnach dürfen C-resistente Familien ($P_1P_1$ $P_2P_2$ $P_3P_3$) höchstens eine Anfälligkeit von Typus II aufweisen, wenn die beiden Palestinegene für mäßige A-Resistenz ($P_1$ $P_2$) mit dem dominanten Faktor für die A-D-Resistenz (DD) zu DD $P_1P_1$ $P_2P_2$ kombiniert sind. Nach Tabelle 41 ist diese Forderung fast 100prozent. erfüllt.

Das Ergebnis der Tabelle 42, wonach sich die für C als homozygot stark anfällig bewerteten Familien annähernd nach dem einfachen Mendelverhältnis auf befallsfreie (dd $p_1p_1$ $p_2p_2$ = Typ i), heterozygote (Dd $p_1p_1$ $p_2p_2$ = Typ i : II : IV) und homozygot-anfällige (DD $p_1p_1$ $p_2p_2$ = Typ IV) verteilen müssen, versteht sich im Zusammenhang mit der früheren Feststellung einer intermediär-monomeren Vererbung der A-D-Resistenz der CP-Gersten von selbst.

6. B — A

Tabelle 43

| Rasse B: Stark anfällige Familien | Rasse A: Familien in Klasse absolut | % | Typ | In % von B | Genotyp | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 94 × IV ($p_1p_1$ $p_3p_3$) | 30 | 23,3 | i | 31,9 | dd $p_1p_1$ $p_2p_2$ | |
| | — | — | O | — | dd $P_1P_1$ $P_2P_2$ | } dürfen nicht vorkommen |
| | — | — | i—I | — | dd $P_1P_1$ $P_2p_2$ | |
| | 17 | 11,6 | i—II | 18,1 | Dd $p_1p_1$ $P_2P_2$ | |
| | 27 | 42,2 | i—IV | 28,7 | Dd $p_1p_1$ $P_2p_2$ | |
| | 6 | 10,5 | II | 6,4 | DD $p_1p_1$ $P_2P_2$ | } Übergänge |
| | 7 | 15,5 | II—IV | 7,5 | DD $p_1p_1$ $P_2p_2$ | |
| | 2 | 66,6 | III | 2,1 | DD $p_1p_1$ $P_2P_2$ ? | |
| | 5 | 100,0 | IV | 5,3 | DD $p_1p_1$ $p_2p_2$ | |
| | 94 | — | | 100,0 | | |

Tabelle 44

| Rasse B: Resistente Familien | Rasse A: Familien in Klasse absolut | % | Typ | In % von B | Genotyp | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 × II ($P_1P_1$ $P_3P_3$) | 22 | 17,1 | i | 35,4 | dd $P_1P_1$ $p_2p_2$ | |
| | 3 | 23,1 | O | 5,0 | dd $P_1P_1$ $P_2P_2$ | |
| | 4 | 16,0 | i—I | 6,5 | dd $P_1P_1$ $P_2p_2$ | |
| | 21 | 14,4 | i—III | 33,8 | Dd $P_1P_1$ $p_2p_2$ | |
| | — | — | i—IV | — | Dd $p_1p_1$ $P_2p_2$ | dürfen nicht vorkommen |
| | 11 | 19,3 | II | 17,7 | DD $P_1P_1$ $p_2p_2$ | |
| | 1 | 2,2 | II—IV | 1,6 | DD $P_1p_1$ $p_2p_2$ | sollte nicht vorkommen |
| | — | — | III | — | DD $P_1P_1$ $p_2p_2$ | nicht vertreten |
| | — | — | IV | — | DD $p_1p_1$ $p_2p_2$ | dürfen nicht vorkommen |
| | 62 | — | | 100,0 | | |

In Tabelle 43 sind die gegenüber der Rasse B stark anfälligen Familien bezüglich ihres Verhaltens gegenüber der Rasse A geordnet. Gegenüber Rasse A ist der über die P-Gene epistatische CP-Faktor wirksam, auf welchen Rasse B nicht anspricht. Die Nachkommenschaften der Tabelle 43 sind dementsprechend auf Grund ihrer Veranlagung in zwei Gruppen zu teilen: In den Genotypen, die über dem Strich stehen, ist der CP-Faktor als dd rezessiv (Typ i) oder als Dd heterozygot (Typ i—II und i—IV) wirksam, während er in den Genotypen unterm Strich homozygot-dominant veranlagt ist, so daß die Wirkung der P-Gene sich phänotypisch äußern kann. Sowohl bei den heterozygoten Dd-Familien überm Strich, als auch bei sämtlichen Familien unterm Strich ist eine eindeutige positive Korrelation zwischen Anfälligkeit für Rasse B und Rasse A festzustellen. Diese Beziehung bestätigt die Richtigkeit der von uns nach den Tabellen 29 und 32 angenommenen genotypischen Struktur der Palestineresistenz gegenüber den Rassen A und B. Auf Rasse A wirken demnach die Komponenten $P_1$ und $P_2$, während Rasse B auf die Komponenten $P_1$ und $P_3$ anspricht. Die gegenüber Rasse B homozygot-stark anfälligen Familien haben die genotypische Veranlagung $p_1p_1$ $p_3p_3$. Nachdem die Komponente $p_1p_1$ sich auch gegenüber Rasse A äußert, müssen die für Rasse B stark anfälligen Nachkommenschaften, falls sie bezüglich des D-Faktors dominant bzw. heterozygot veranlagt sind, sämtlich auch gegenüber der Rasse A mehr oder weniger anfällig sein, wobei sich der Grad der Anfälligkeit nur nach der Veranlagung des Faktors $P_2$ richtet. Die Phänotypen O (dd $P_1P_1$ $P_2P_2$) und O—I (dd $P_1P_1$ $P_2p_2$) dürfen unter den für Rasse B stark anfälligen Nachkommenschaften ($p_1p_1$ $p_3p_3$) nicht vorkommen, wie es tatsächlich die Tabelle 43 ausweist.

Tabelle 44 spricht nach den vorausgehenden Erörterungen für sich selbst.

Um zu zeigen, daß sich die Prüfungsbefunde im großen und ganzen recht gut in die sich aus unserer Annahme zwangsläufig ergebende genotypische Konstruktion einordnen, sei abschließend noch eine Anzahl von $F_2$-Nachkommenschaften bezüglich ihres Verhaltens gegenüber den verwendeten Mehltaurassen D, H, A, B und C einander gegenübergestellt (Tabelle 45). Zu einem derartigen Vergleich aller Rassen eignen sich nur Familien, die hinsichtlich des D-Faktors homozygot-dominant veranlagt sind, phänotypisch also nicht befallsfrei sein können, da bei ihnen die Wirkung der hier allein interessierenden P-Gene nicht durch die bei den Rassen A, D und H geltende Epistasiebeziehung des dd-Faktors überlagert wird. Als „Phänotyp" sind in Tabelle 45 alle Infektionstypen angegeben, die bei der Prüfung mit der betreffenden Mehltaurasse unter 10 Pflanzen beobachtet wurden. Die eingeklammerten Noten sind dabei in einer dem Prinzip der einfachen Mendelspaltung entsprechenden Minderheit aufgetreten, so daß z. B. unter III : (IV) oder (II) : III : (IV) eine monofaktorielle Aufspaltung nach dem pisum- bzw. zea-Schema zu verstehen ist. Bei der geringen Zahl von 10 Pflanzen je Familie, insbesondere aber unter Berücksichtigung der vorliegenden Koppelungsverhältnisse können natürlich nicht immer ideale Zahlenverhältnisse erwartet werden. Da die Untersuchungen im Zeitraum verschiedener Jahre durchgeführt wurden, konnten auch nicht immer völlig gleiche Außenbedingungen eingehalten werden, so daß mit geringfügigen Modifikationen zu rechnen ist. Ich stehe auch nicht an, zuzugeben, daß in Einzelfällen (mit ? versehen), in denen die Beobachtungen mit der dem Genotyp entsprechenden Erwartung nicht genügend übereinstimmt, Fehlbonitierungen bzw. Verwechslungen während

Tabelle 45

| Zuchtbuch-Nr. | Phänotypisches und genotypisches Verhalten anfälliger $F_2$-Familien gegenüber den Mehltaurassen | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | D | | H | | A | | B | | C | |
| | Phänotyp | Genotyp | Phänotyp | Genotyp | Phänotyp | Genotyp | Phänotyp | Genotyp | Phänotyp | Genotyp |
| 3887 | IV | DD $p_3p_3$ | IV | DD $p_1p_1$ | IV | DD $p_1p_1$ $p_2p_2$ | IV | $p_1p_1$ $p_3p_3$ | IV | $p_1p_1$ $p_2p_2$ $p_3p_3$ |
| 4053 | IV | | IV | | IV | | IV | | IV | |
| 4117 | IV | | IV | | IV | | IV | | IV | |
| 4125 | IV | | IV | | IV | | IV | | IV | |
| 4181 | IV | | IV | | IV | | IV | | IV | |
| 3955 | IV | | IV | | III : (IV) | DD $p_1p_1$ $P_2p_2$ | IV | | IV ? | $p_1p_1$ $P_2p_2$ $p_3p_3$ |
| 3987 | IV | | IV | | (II) : III : (IV) | | IV | | (II) : III : (IV) | |
| 4180 | IV | | IV | | III : IV | | IV | | IV ? | |
| 3872 | IV | | IV | | II : (III) | | IV | | II : III) | |
| 3969 | IV | | IV | | II : (IV) | | IV | | (II) : III : (IV) | |
| 4047 | IV | | IV | | II : (III) : IV | | IV | | (II) : III : (IV) | |
| 4187 | IV | | IV | | II : (IV) | | IV | | II : (IV) | |
| 4206 | IV | | IV | | II : (III : IV) | | IV | | (I : II) : III : IV | |
| 4231 | IV | | IV | | II : III : (IV) | | IV | | II : III : (IV) | |
| 3833 | IV | | IV | | II : (III) | DD $p_1p_1$ $P_2P_2$ | IV | | (I) : II | $p_1p_1$ $P_2P_2$ $p_3p_3$ |
| 3962 | IV | | IV | | II | | IV | | II | |
| 4122 | IV | | IV | | II | | IV | | (I) : II | |
| 4128 | IV | | IV | | II | | IV | | II : (III) | |
| 4267 | IV | | IV | | II | | IV | | II | |
| 3899 | IV | | III : (IV) | DD $P_1p_1$ | II : (IV) | DD $P_1p_1$ $p_2p_2$ | III : (IV) | $P_1p_1$ $p_3p_3$ | II : (III) : IV | $P_1p_1$ $p_2p_2$ $p_3p_3$ |
| 4085 | IV | | II : (III : IV) | | i I II III IV | | (II) : III : (IV) | | II : (IV) | |
| 4179 | IV | | III : (IV) | | II ? | | (II) : III : (IV) | | (I :) II : (III) | |
| 4278 | IV | | II : (IV) | | II (IV) | | III : (IV) | | II : III : (IV) | |
| 4158 | IV | | III : (IV) | | III ? | | IV ? | | II : (III) | |
| 4162 | IV | | III | | (II) : III . IV | | IV ? | | II ; III : IV | |

der Abwicklung der langen Arbeitsketten unterlaufen sein können. Letzten Endes ist aber auch die Natur selbst nicht vollkommen „korrekt“, so daß alles in allem die Übereinstimmung zwischen Befund und Erwartung so weitgehend ist, wie sie bei derartigen Untersuchungen überhaupt sein kann. Die Ergebnisse der Tabelle 45 können somit als Bestätigung der vorausgehenden genetischen Argumentationen betrachtet werden.

Kreuzung G 65 = Palestine C. J. 939 × CP 103 21 (1933)

Aus der Kreuzung G 65 gingen 11 $F_1$-Pflanzen hervor. Die Prüfungen wurden wie bei G 64 an $F_2$-Nachkommenschaften mit den Rassen A, H, D, B und C vorgenommen. Die Ergebnisse können ebenso, da sich Unterschiede im Verhalten der verschiedenen $F_1$-Deszendenzen nicht ergaben, summarisch wiedergegeben werden.

Auf Grund der bei G 64 durchgeführten Faktorenanalyse stellen wir bei den weiteren Kreuzungen mit Palestine die Prüfungen mit den Rassen D und H an die Spitze unserer Untersuchungen. Aus dem Verhalten der Elternsorten gegenüber den einzelnen Mehltaurassen können wir uns unter Anwendung der bisher gewonnenen Erkenntnisse schon gewisse Vorstellungen über die zu erwartenden Aufspaltungen der $F_2$ machen. CP 103 21 zeigt gegenüber der Mehltaurasse D reinen Typ i, so daß eine verhältnismäßig einfache Aufspaltung in $F_2$ zu erwarten ist, die sich ähnlich wie bei G 64 gestalten muß. Die Ergebnisse sind in Tabelle 46 enthalten und stimmen folgerichtig mit den Befunden der Tabelle 30 weitgehend überein, so daß auf die diesbezüglichen Erläuterungen verwiesen werden kann.

Tabelle 46

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse D | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | i–0 | i–I | I–II | i–IV | II–III | II·IV | IV | Summa | (15 : 1) |
| Absolut | 80 | 7 | 13 | 80 | 62 | 40 | 26 | 21 | 329 | |
| Je 16 | 14,98 | | | | | | | 1,02 | 16,0 | 0,09 |

Bezüglich der Mehltaurasse H stellt die Kreuzung G 65 eine Kombination der elterlichen Infektionstypen II—III × i—0 dar. Palestine verhält sich demnach ähnlich wie gegenüber Rasse D, während CP 103 21 leichte Chloroseerscheinungen aufweist. Das Verhalten der $F_2$-Nachkommenschaften ist aus Tabelle 47 ersichtlich.

Tabelle 47

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse H | | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 64 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i–0 | i–I | i–II | i–III | i–IV | II | II–III | II–IV | III | III–IV | IV | Summa | (61 : 3) |
| Absolut | 74 | 16 | 73 | 25 | 42 | 38 | 15 | 23 | 7 | 2 | 9 | 324 | |
| Je 64 | 62,22 | | | | | | | | | | 1,78 | 64,0 | 1,62 |

Im Verhalten der $F_2$-Nachkommenschaften von G 65 gegenüber Rasse H ist eine gegenüber Rasse D deutlich stärkere Fluktuation ausgeprägt. Der Chlorosefaktor der CP 103 21, der sich bereits im Infektionstyp dieser Sorte zu erkennen gibt, tritt also auch in der Aufspaltung unverkennbar in Erscheinung. Die elterlichen Genotypen sind also folgende:

Palestine (II—III) × CP 103 21 (i—0)
DD chlchl $P_1P_1$ × dd ChlChl $p_1p_1$

Als Kreuzungsnova wurden erwartet und beobachtet:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. dd chlchl $p_1p_1$ . . = i | | 4. DD chlchl $p_1p_1$ . . = IV | |
| 2. dd chlchl $P_1P_1$ . = O | | 5. DD ChlChl $p_1p_1$ . = III | |
| 3. dd ChlChl $P_1P_1$ . = O—I | | 6. DD ChlChl $P_1P_1$ . = II | |

Aus der Aufspaltung der im Chlorosefaktor heterozygoten Nachkommenschaften ist zu schließen, daß der Modifikationsfaktor Chl sich nur in homozygot-dominanter Veranlagung äußert, so daß die Heterozygote DD Chlchl $p_1p_1$ sich phänotypisch nicht von ihrer rezessiven Homozygote unterscheidet und diese beiden Phänotypen in Klasse IV vereinigt werden mußten. Rechnerisch würde sich je 63 : 1 ein Verhältnis von 63,40 : 0,60 ergeben, also eine gewisse Bestätigung der nach den Befunden der Tabelle 31 vermuteten partiellen Koppelung zwischen den Genen D und $P_1$. Der tatsächliche Beobachtungsbefund mußte allerdings je 61 : 3 gedeutet werden.

Noch deutlicher wie gegenüber der Rasse H ist der Chlorosefaktor im Verhalten der CP 103 21 gegenüber der Hauptrasse A ausgeprägt. In der Kreuzung G 65 stehen sich im Hinblick auf das Verhalten gegenüber Hauptmehltaurasse A die elterlichen Infektionstypen I—II × O gegenüber. Auch in der Aufspaltung kommt die Wirkung des Chlorosefaktors stärker zum Ausdruck, wie sich aus den faktoriellen Ergebnissen der Tabelle 48 entnehmen läßt.

Tabelle 48

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse A | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ f. K = 256 (255 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | i—O | i—I | i—II | i—IV | I—II | II—IV | III | III—IV | IV | Sa. | |
| Absolut | 43 | 56 | 18 | 117 | 44 | 37 | 11 | 1 | 1 | 1 | 329 | |
| Je 256 | 255.52 | | | | | | | | | 0,78 | 256,0 | 0.79 |

Vergleichen wir die relative Verteilung der verschiedenen Infektionstypen des Gesamtmaterials mit den diesbezüglichen Verhältnissen bei G 64, so ergibt sich, daß der Modifikationsfaktor Chl bei den Infektionstypen I bis IV eine graduelle Verschiebung in Richtung höherer Resistenz bewirkt, während die Phänotypengruppe i merklich nach O modifiziert wird. Im ganzen betrachtet bewirkt also der Faktor Chl eine Abschwächung der extremen Infektionstypen. Während also der Faktor dd die Wirkung der Gengruppe $P_1$ $P_2$ $P_3$ überdeckt, erstreckt sich diese Epistasie nicht auf den Modifikationsfaktor Chl. Die genotypische Struktur der Elternsorten ist demnach folgende:

Palestine (I—II) × CP 103 21 (O)
DD chlchl $P_1P_1$ $P_2P_2$ × dd ChlChl $p_1p_1$ $p_2p_2$

Auch gegenüber der Rasse B ist der Chlorosefaktor der CP 103 21 schwach wirksam, so daß sich ein Infektionstypus III—IV ergibt, in Ver-

Tabelle 49

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (2 : 2) | $\frac{D}{m}$ für K = 64 (60 : 4) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | I—II/II | II—III | III | II—IV | III—IV | IV | Sa. | | |
| Absolut | 3 | 23 | 55 | 31 | 95 | 44 | 78 | 329 | | |
| Je 4 | (0,99) | | | (2,06) | | | (0,95) | (4,0) | (0.55) | |
| Je 64 | 48,85 | | | | | | 15,15 | 64,0 | | 13,05 |

bindung mit Palestine steht uns demnach die Kombination II × III—IV zur Verfügung. Das Verhalten der $F_2$-Familien ergibt sich aus Tabelle 49.

Darnach ist eine schwach transgressive Vererbung nach beiden Richtungen über das elterliche Verhalten festzustellen. Die modifizierende Wirkung des Chl-Faktors der CP 103 21 erstreckt sich scheinbar auf sämtliche Befallstärken, da die mäßige Resistenz der Palestine (Typ II) in bestimmten Kombinationen nach I—II, vereinzelt auch nach I verstärkt wird. Genau wie in Tabelle 32 ließe sich auch hier durch Zusammenfassung benachbarter Befallsklassen eine monohybride Verteilung herauskonstruieren, die zahlenkritisch sogar sehr gut gesichert wäre. Daß eine einfache Mendelspaltung aber nicht vorliegt, ergibt sich einerseits aus der starken Divergenz der in $F_3$ auftretenden homozygoten Familien, die von I—IV, also um 3° variieren, während die elterlichen Infektionstypen (II—III und III—IV) nur um 1° differieren. Andererseits würde eine monofaktorielle Auslegung der vorliegenden Zahlenverteilung sich nicht mit der aus Kreuzung G 64 abgeleiteten genotypischen Struktur der Palestine vereinbaren lassen. Darnach kommt den beiden Eltern von G 65 folgende genotypische Formel zu:

Palestine (II) × CP 103 21 (III—IV)
$P_1P_1$ $P_3P_3$ chlchl × $p_1p_1$ $p_3p_3$ ChlChl

Als Neukombinationen müssen folgende Genotypen entstehen:

1. $P_1P_1$ $P_3P_3$ ChlChl . = I
2. $P_1P_1$ $p_3p_3$ ChlChl . = II—III
3. $p_1p_1$ $P_3P_3$ ChlChl . = II—III
4. $p_1p_1$ $p_3p_3$ chlchl . = IV
5. $p_1p_1$ $P_3P_3$ chlchl . = III
6. $P_1P_1$ $p_3p_3$ chlchl . = III

Die Befunde der Tabelle 49 wären demnach je 64 zu deuten, obwohl die viel zu große Häufigkeit der stark anfälligen Familien eine trihybride Verteilung ganz und gar nicht vermuten läßt. (Sehr hohes $\frac{D}{m}$). Es ist jedoch anzunehmen, daß in Klasse IV sämtliche $p_1p_1$ $p_3p_3$-Genotypen erfaßt sind, die bei der geringfügigen Wirkung des Chl-Faktors nur schwer zu unterscheiden sind. Außerdem läßt nach den gleichgerichteten Ergebnissen der Tabelle 32 der große Überschuß an stark anfälligen $p_1$ $p_3$-Genotypen auf eine ziemlich starke Koppelung der Gengruppe $P_1$ $P_3$ schließen, so daß diese beiden P-Komponenten der Palestineresistenz bei der Gametenbildung nur selten getrennt werden (Anziehungskreuzung). Der zu hohe Wert von $\frac{D}{m}$ für K = 64 darf uns also in der faktoriellen Beweisführung nicht irremachen. Dieser Fall zeigt sehr instruktiv, daß eine Beurteilung von Kreuzungsvariationen allein nach variationsstatistischer Berechnung mitunter zu geradezu falschen Schlüssen führen muß. Wenn sich bei oberflächlicher Betrachtung des Erbganges von Resistenzmerkmalen, insbesondere auf Grund feldmäßiger Beobachtungen, vielfach verblüffend einfache Spaltungen ergeben, so ist dies ohne Zweifel auf eine zu wenig scharfe Klassifizierung zurückzuführen.

Gegenüber der Mehltaurasse C reagiert CP 103 21 mit Infektionstyp IV, stimmt also mit dem Verhalten von CP 127 422 vollkommen überein. Der Chlorosefaktor der CP 103 21 ist also gegenüber der aggressiven Mehltaurasse C nicht wirksam. Dies ergibt sich auch aus dem Verhalten der $F_3$-Familien der Kreuzung G 65, bei der lediglich die trimere Gengruppe $P_1$ $P_2$ $P_3$ im Spiele ist, was mit der Klassenverteilung in Tabelle 50 übereinstimmt.

Tabelle 50

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_2$-Familien gegen Rasse C | | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 64 (63 ; 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | I–II | II | I–III | I–IV | II–III | II–IV | III | III–IV | IV | Sa. | |
| Absolut | 64 | 72 | 109 | 12 | 13 | 23 | 62 | 4 | 12 | 7 | 328 | |
| Je 64 | 62,63 | | | | | | | | | 1,37 | 64,0 | 0,85 |

Die genotypische Struktur der Elternsorten in G 65 bezüglich Rasse C ist demnach:

Palestine (II—I) × CP 103 21 (IV)

$P_1P_1\ P_2P_2\ P_3P_3 \times p_1p_1\ p_2p_2\ p_3p_3$

Bezüglich der infolge gegenseitiger partieller Koppelung sehr ungleichen relativen Häufigkeit der Austauschphänotypen II (dimer) und III (monomer) sei auch auf die gleichsinnige Verteilung in Tabelle 33 verwiesen.

Kreuzung G 66 = Palestine C. J. 939 × Ackermanns Isaria (1933)

Zur Verfügung standen 18 $F_1$-Pflanzen, deren Nachkommen als $F_2$-Familien mit den Mehltaurassen A, H, D, B und C infiziert wurden. Das Verhalten der Elternsorten gegenüber den verschiedenen physiologischen Rassen des Pilzes geht aus Übersicht 3 hervor. Zur Infektion mit Rasse D stellt G 66 demnach eine Kombination der Infektionstypen II—III × IV dar. Die Infektionsergebnisse sind aus Tabelle 51 zu entnehmen. Darnach unterscheiden sich die beiden Elternsorten durch einen dominanten Faktor, was ganz mit den Befunden der Kreuzungen G 64 und G 65 im Einklang steht. Bemerkenswert ist die auffallend geringe relative Häufigkeit (0,80 je 4) der rezessiven Familien. Bei getrennter Berechnung der Spaltungsverhältnsise für die 18 $F_1$-Nachkommenschaften ergeben sich 14mal Verhältniszahlen für die rezessiven Familien von unter 1 je 4, und zwar schwankend von 0,32—0,87. Nur in 4 Fällen wurden Verhältniszahlen von über 1 je 4, und zwar zwischen 1,03 und 1,14 schwankend festgestellt. Es ist kaum anzunehmen, daß es sich bei dieser Unregelmäßigkeit um eine zufällige Verschiebung des einfachen Mendelverhältnisses handelt, zudem nach den Ergebnissen der Tabelle 29 eine Zertation mit gleicher Tendenz angedeutet war, deren Größe infolge der Epistasiebeziehung sowie einer vermuteten partiellen Koppelung jedoch ziemlich verschleiert wurde. Schon im Zusammenhang mit den damaligen Ergebnissen wurde auf eine ähnliche Zertationserscheinung bei Kreuzungen mit Ragusa b hingewiesen (Tabellen 14 a und 16 a). Ferner sei an dieser Stelle nochmals an die bei Gopalkreuzungen beobachtete Zertation erinnert, die sich aber in einer zu geringen Häufigkeit der resistenten Varianten äußerte und ursächlich in einer absoluten Koppelung zwischen einem Resistenzfaktor der Gopal und einem Gen von subletaler Wirkung, das sich morphologisch als „Schartigkeit" der Ähren äußert, bedingt zu sein scheint.

Bei den Nachkommenschaften aus den Bastardierungen mit Palestine mußten zwar ebenfalls sehr häufig Pflanzen mit auffallend hoher Schartigkeit bei der Selektion beanstandet und ausgeschieden werden. Unter den resistenten Familien konnten aber auch eine Reihe von praktisch sehr wertvollen Stämmen isoliert werden, deren sichere Ertragsfähigkeit hauptsächlich auf eine gute Ährenbekörnung zurückgeführt wird. Vorausgesetzt, daß auch bei Palestine als Ursache der festgestellten Zertation eine Koppelung mit einem Faktor für Subletalität nachgewiesen werden könnte, würde sich aus den Spaltungsergebnissen und den praktischen Züchtungserfolgen

in gleicher Weise ergeben, daß dieser Letalfaktor an das rezessive Allel des Resistenzfaktors der Palestine gebunden ist und daß nicht wie bei Gopal eine absolute, sondern eine nur partielle Koppelung vorliegt.

Tabelle 51

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse D | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (3:1) |
|---|---|---|---|---|---|
| | II | II+IV | IV | Sa. | |
| Absolut | 325 | 556 | 221 | 1102 | |
| Je 4 | 3,20 | | 0.80 | 4.0 | 3,83 |

Bezüglich der Mehltaurasse H standen sich in der Kreuzung G 66, wie bei Rasse D, die elterlichen Infektionstypen II—III × IV gegenüber. In Übereinstimmung mit G 64 und G 65 erwies sich auch in der Kreuzung mit Isaria, die bekanntlich keinerlei Resistenzfaktoren gegen Mehltaurasse H beherbergt, die Resistenz der Palestine gegen diese Rasse als unifaktoriell bedingt. Da die gegen Mehltaurasse D homozygot-anfälligen Nachkommenschaften auch gegenüber Rasse H überwiegend das gleiche Verhalten zeigten und nur selten eine höhere Resistenz aufwiesen, mußte geschlossen werden, daß D- und H-Resistenz der Palestine auf dem gleichen Gen beruhen. Nachdem sich diese Schlußfolgerung jedoch nicht ganz mit unserer aus G 64 abgeleiteten Argumentation der Resistenzveranlagung von Palestine in Einklang bringen läßt, muß angenommen werden, daß die züchterisch vollkommen unbehandelte Varietät Palestine bezüglich ihres Resistenzverhaltens keine „reine Linie", sondern ein Gemisch verschiedener Genotypen darstellt, wie es ja sogar bei Hochzuchtsorten mitunter in pathogener Hinsicht festgestellt werden muß. Die vorausgehend erörterte Zertation ergab sich denn auch in ganz entsprechender Größe für das Verhalten gegenüber der Rasse H (Tabelle 52).

Tabelle 52

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse H | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 4 (3 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|
| | (I) II | II + IV | IV | Summa | |
| Absolut | 350 | 490 | 217 | 1037 | |
| Je 4 | 3,16 | | 0,84 | 4,0 | 2,97 |

Im Hinblick auf das Verhalten der Elternsorten gegenüber der Hauptmehltaurasse A sind bei G 66 die Infektionstypen I—II × IV gekreuzt. Im Gegensatz zu den vollkommen klaren, unifaktoriell begründeten Infektionsbefunden mit den Rassen D und H ergab sich nach Infektion mit Rasse A eine wesentlich größere Variabilität, so daß von vornherein eine polyhybride Kreuzung außer Zweifel stand. Die Ergebnisse der Tabelle 53 gestatten keine klare Entscheidung zwischen di- und trihybrider Vererbung, da nicht ersichtlich, welche Einflüsse an der Verschiebung der Spaltungsverhältnisse mitwirken. Nachdem sämtliche für A homozygot-stark anfälligen Nachkommenschaften (IV) auch für die Rassen D und H dieses Verhalten zeigen, muß einer der Faktoren für A-Resistenz mit dem Faktor für D-H-Resistenz identisch sein. Damit muß sich aber auch im Spaltungsverhältnis die mit diesem Gen verknüpfte Zertation ausdrücken, so daß dadurch die relative Häufigkeit der Klasse IV unter den normalen Wert herabsinken muß. In Anbetracht dessen spricht die größere Wahrscheinlichkeit für dihybride Vererbung. Dimere Veranlagung der A-Resistenz

von Palestine ergab sich zudem auch aus der bei G 64 und G 65 abgeleiteten Faktorenanalyse.

Tabelle 53

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse A | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (0) I | I–II | I–IV | II | I–III | II–IV | III | IV | Summa | |
| Absolut | 148 | 287 | 173 | 212 | 36 | 193 | 1 | 45 | 1095 | |
| Je 16 | 15,34 | | | | | | | 0,66 | 16,0 | 2,91 |

Gegenüber der Mehltaurasse B stand in G 66 eine Kombination der elterlichen Infektionstypen II × II—III zur Verfügung. Beide Eltern besitzen also eine mäßige Resistenz, die bei Palestine etwas weitgehender ist wie bei Isaria. Die spezifische B-Resistenz der Isaria, die mit Chlorose und leichter Subinfektionserscheinung verbunden ist, wurde in den früheren Kreuzungen wiederholt als monofaktoriell bedingt nachgewiesen. Nach Tabelle 54 ergibt sich mit weitgehender Annäherung ein bifaktorielles Spaltungsverhältnis, so daß man allein durch zahlenkritische Beurteilung dieser Befunde annehmen müßte, daß neben dem Isariafaktor nur ein einziger Palestinefaktor im Spiele sei. Nach den vorausgehenden Ergebnissen von Kreuzungen mit Palestine muß man dieses Ergebnis jedoch als zweifelhaft betrachten, gerade weil es dem idealen, dihybriden Mendelfall so nahe kommt. Wie vorsichtig man in Anbetracht der geringen Chromosomenzahl der Gerste mit der Auslegung scheinbar einfacher Spaltungsverhältnisse, besonders bei Kreuzungen zwischen mittleren Infektionstypen, sein muß, wurde wiederholt hervorgehoben. Durch Zertation, in Verbindung mit partiellen Koppelungen, kann auch die vorliegende dihybride Verteilung lediglich vorgetäuscht sein, so daß es vorgezogen werden muß, die endgültige Deutung offen zu lassen.

Tabelle 54

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse B | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 16 (15 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | II | II–III | II, III, IV | II + IV | III | III–IV | IV | Sa. | |
| Absolut . . . | 319 | 206 | 237 | 115 | 61 | 93 | 75 | 1106 | |
| (Je 16) . . . | (14,91) | | | | | | (1,09) | (16,0) | 0,77 |

Unter Zugrundelegung der in den Sortimentsprüfungen festgestellten Infektionsergebnisse stehen sich bezüglich der Mehltaurasse C in der Kreuzung G 66 die elterlichen Infektionstypen II—(I) × IV gegenüber. Isaria enthält demnach keinen Faktor für C-Resistenz. Palestine wird demgegenüber trotz der hohen Aggressivität der Mehltaurasse C nur schwach befallen, was nach den Befunden von G 64 durch eine trimere Resistenzveranlagung gegenüber Rasse C bedingt ist. Die Richtigkeit dieser Auslegung wird durch Übereinstimmung der Befunde aus den Kreuzungen G 64 und G 66 bestätigt (s. Tabelle 55 im Vergleich mit Tabelle 33).

Tabelle 55

| Beobachtung in Klassen | Verhalten der $F_3$-Familien gegen Rasse C | | | | | | | | | | $\frac{D}{m}$ für K = 64 (63 : 1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | I–II | II | I–IV | II–III | II–IV | III | III–IV | IV | Sa. | |
| Absolut . . | 43 | 98 | 304 | 30 | 173 | 252 | 35 | 88 | 44 | 1067 | |
| Je 64 . . . | 61,36 | | | | | | | | 2,64 | 64,0 | 6,83 |

## V. Zusammenfassung der Hauptergebnisse

1. Die Befallsfreiheit (Typ i) von Pflugs Intensiv und ihrer resistenten Kreuzungsprodukte (CP-Gersten) umfaßt von den häufiger vorkommenden Biotypen des Mehltaues die Rassen A und D (darüber hinaus auch H) und wird durch ein und denselben Faktor bedingt. Bei Kombination mit starker Anfälligkeit (Typ IV) wurde bezüglich der Rassen D und H monomer-rezessive, bezüglich der Hauptrasse A monomer-intermediäre Vererbung festgestellt.

2. In verschiedenen aus einer Population Dalmatinischer Landgerste von Ragusa ausgelesenen Gerstenvarietäten beruht die Befallsfreiheit (Typ i) auf einem anderen Gen, das die Mehltaurassen A und B umschließt. In Kreuzungen mit stark anfälligen Sorten hat sich dieser Faktor als vollkommen dominant erwiesen.

3. Die Selbständigkeit und Unabhängigkeit dieser beiden Gene für Befallsfreiheit, die allein schon aus der Eigenart ihrer pleiotropen Wirkung vermutet werden konnte, wurde in verschiedenen Kreuzungen nachgewiesen. Entsprechend der rassenspezifischen Hauptwirkung und der zugehörigen Dominanzverhältnisse dieser beiden „Hauptfaktoren" für Befallsfreiheit (Typ i) gegenüber bestimmten Rassen des Mehltaues erhielt der aus Pflugs Intensiv stammende CP-Faktor die genetische Bezeichnung dd, während der Ragusafaktor mit BB bezeichnet wurde.

4. Befallsfreiheit gegen die Hauptmehltaurasse A kann demnach sowohl durch das rezessive Gen dd (als A-D-Resistenz), als auch durch das dominante Gen BB (als A-B-Resistenz) bedingt sein. Aus Kreuzungen zwischen A-resistenten Gerstenvarietäten dieser verschiedenen erblichen Bedingtheit müssen also $^{1}/16$ anfällige Formen hervorgehen. Da jeder der beiden Hauptfaktoren für A-Resistenz für sich allein schon den höchstmöglichen Resistenzgrad (Typ i) bewirkt, ist zwar eine Resistenzsteigerung gegenüber der Rasse A durch Transgression nicht mehr möglich, dagegen läßt sich durch Kreuzung zwischen A-D- und A-B-resistenten Gerstenvarietäten die für die praktische Züchtung sehr erstrebenswerte Kombination der A-B-D-Resistenz, also Befallsfreiheit (Typ i), gegen die drei häufiger vorkommenden Mehltaurassen erzielen.

5. Zwischen den beiden Hauptfaktoren für Befallsfreiheit (dd der CP-Gersten bzw. BB der Ragusagersten) einerseits und der die Zeilenzahl der Gerste bedingenden multiplen Serie Z'-Z-z besteht keine merkliche Koppelung.

6. Die auf den Hauptfaktoren dd bzw. BB begründeten extremen Alternativen: „befallsfrei" (Typ i) und „stark anfällig" (Typ IV) können durch „Nebengene" (Chlorose- und Nekrosefaktoren) modifiziert werden.

7. Beim Zusammenwirken von Haupt- und Nebengenen erwies sich die Befallsfreiheit (Typ i—OO—O) als epistatisch über jeden Grad von Anfälligkeit, so daß die Resistenzwirkung der Nebengene praktisch nur bei den anfälligen Varianten in Erscheinung tritt.

8. Die Wirkung eines „Nebengens" kann auf eine einzige Mehltaurasse beschränkt sein, umschließt in der Regel aber mehrere Mehltaurassen, wobei sein Wirkungsgrad der Befallstüchtigkeit des jeweiligen Mehltaubiotyps umgekehrt proportional ist.

9. Verschiedene „Nebengene" (Chlorose- und Nekrosefaktoren sowie Faktoren für mäßige Resistenz ohne derartige Begleiterscheinungen) können sich in ihrer Resistenzwirkung gegenseitig verstärken (graduell-kumulative Polymerie). Die dadurch bedingte Abschwächung des Befalles

kann mehr oder weniger weitgehend sein und bis zu Befallsfreiheit (Typ 0) führen. Dieser, auf kombinierter Wirkung mehrerer Nebengene beruhende Typus der Befallsfreiheit ist zwar in der Regel von stärkeren Chlorose- und Nekroseerscheinungen begleitet, kann aber mitunter sämtliche Mehltaurassen umschließen. Da die besonders aggressive Rasse C durch die Wirkung der bis jetzt ermittelten „Hauptfaktoren" für Befallsfreiheit (Typ i) nicht erfaßt wird, kommt der durch kombinierte Wirkung verschiedener Nebengene bedingten Befallsfreiheit (Typ 0) für die praktische Züchtung unter Umständen einmal Bedeutung zu.

10. Bei dem Versuch einer genetischen Analyse der alle Mehltaurassen (auch die Rasse C) umfassenden Befallsfreiheit (Typ 0) der Varietät Gopal C. J. 1091 ergaben sich komplizierte Aufspaltungsverhältnisse, wobei die Mehltaurassen B, C und D der Untersuchung zugrunde lagen. Für die mit starken Chlorose- und Nekroseerscheinungen verbundene Resistenz von Gopal muß demnach plurifaktorielle Vererbung angenommen werden. Wenn auch infolge des labilen Verhaltens der einzelnen Nachkommenschaften und einer stark ausgeprägten transgressiven Variabilität die Sicherheit der gewonnenen Zahlenverhältnisse teilweise zu wünschen übrig läßt, so ist daraus doch zu erkennen, daß bei der Gopalresistenz zwei bis drei Gene im Spiele sind. Mit einem Hauptgen von allgemeiner Wirksamkeit scheinen verschiedene rassenspezifisch wirkende Nebengene mehr oder weniger stark gekoppelt zu sein.

11. Ein für die Sorte Ackermanns Isaria in früheren Kreuzungen ermittelter Nebenfaktor für mäßige Resistenz gegen Rasse B (Typ II—III) hat in der Gopalgerste einen allelen Partner, der sich allerdings in dieser Varietät infolge der Hypostasiebeziehung seiner Wirkung zu der höheren Resistenzwirkung des übrigen Genkomplexes der Gopal phänotypisch nicht äußern kann, sondern nur bei den rezessiven Kreuzungsnachkommen durch Abschwächung der Befallstärke von IV nach III in Erscheinung tritt.

12. Mit dem allgemein wirksamen Hauptfaktor der Gopalresistenz muß ein Faktor von subletaler Wirkung absolut gekoppelt sein, da bei allen mehltauresistenten Nachkommen aus Gopalkreuzungen die auffallend starke Schartigkeit der Ähren von Gopal wieder in Erscheinung tritt.

13. Die Varietät Palestine C. J. 939, als Sortenvertreter der Anfälligkeitsgruppen 3 und 4, ist gegen sämtliche Mehltaurassen mäßig resistent bis schwach anfällig. Dabei ist bemerkenswert, daß die besonders aggressive Rasse C nur einen verhältnismäßig schwächeren Befall hervorzurufen vermag als andere Rassen von geringerer Aggressivität. Das Zustandekommen der rassenspezifischen Befallstärken dieser mittleren Infektionstypen konnte durch die Annahme verschiedener Nebengene von ganz bestimmter rassenspezifischer Wirksamkeit wie folgt erklärt werden:
Palestine C. J. 939 beherbergt die drei Nebengene $P_1$, $P_2$, $P_3$.

| Mehltaurasse | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mehltaurasse | H | spricht nur auf $P_1$ an, | mit einer Befallstärke von | II—III. |
| „ | D | „ „ „ $P_2$ „ | „ „ „ „ | II—III. |
| „ | A | „ auf $P_1$ und $P_2$ an, | mit einer Befallstärke von | I—II. |
| „ | B | „ „ $P_1$ und $P_3$ | „ „ „ „ „ | II. |
| „ | C | „ „ $P_1$, $P_2$ u. $P_3$ | „ „ „ „ „ | II—I. |

14. Die ermittelten Spaltungsverhältnisse deuten auf eine mehr oder weniger starke gegenseitige Koppelung der 3 P-Gene.

15. Durch die alleinige Wirksamkeit nur eines oder das Zusammenwirken verschiedener Nebengene für mäßige Resistenz in einer bestimmten Gerstenvarietät kommt der jeweilige Infektionstypus als Differenz zwischen

der genetisch begründeten Sortenresistenz und der ebenso erblich bedingten parasitischen Befähigung (Aggressivität) der gerade vorliegenden Mehltaurasse zustande. Die Erscheinung, daß eine Gerstenvarietät von einer stark aggressiven Pilzrasse mitunter nur schwach, von einer weniger aggressiven Pilzrasse dagegen wesentlich stärker befallen wird, findet damit eine experimentell-zahlenmäßige Erklärung.

## Schrifttum


1. Briggs, F. N., Inheritance of resistance to mildew, Erysiphe graminis hordei, in a cross between Hanna and Atlas barleys. Journ. agr. Research 51, 254, 1935.
2. Briggs, F. N., and Barry, G., Inheritance of resistance to mildew Erysiphe graminis hordei, in a cross of Goldfoil and Atlas barleys. Z. f. Züchtung A 22, 75, 1937.
3. Briggs, F. N., and Stanford, H. E., Linkage of factors for resistance to mildew in barley. Journ. of Genetics 37, 107, 1939.
4. Dietz, S. M., The varietal response and inheritance of resistance in barley to Erysiphe graminis hordei. P. F. 4, Iowa State Jour. Science 5, 25, 1920.
5. Hoffmann, W., und Kuckuck, H., Versuche zur Züchtung spelzenfreier, eiweißreicher und meltauwiderstandsfähiger Gersten. Z. f. Züchtg. A 22, 271, 1938.
6. Honecker, L., Beiträge zum Meltauproblem bei der Gerste. Pflanzenbau 8, 78, 1931.
7. — — Über die Modifizierbarkeit des Befalles und das Auftreten verschiedener physiologischer Formen beim Meltau der Gerste, Erysiphe graminis hordei Marchal. Z. f. Züchtg. A 19, 577, 1934.
8. — — Weitere Mitteilungen über das Vorkommen biologischer Rassen des Gerstenmeltaues (Erysiphe graminis hordei Marchal), ihre Verbreitung in Deutschland und die sich hieraus ergebenden Richtlinien für die Immunitätszüchtung. Züchter 7, 113, 1935.
9. — — Die Bestimmung der physiologischen Rassen des Gerstenmeltaues (Erysiphe graminis hordei Marchal). Phytopathol. Ztschr. Berlin 10, 197, 1937.
10. — — Über die physiologische Spezialisierung des Gerstenmeltaues als Grundlage für die Immunitätszüchtung. Züchter 10, 169, 1938.
11. Huber, I. A., Vererbungsstudien an Gerstenkreuzungen. Z. f. Züchtg. 16, 394, 1931.
12. Hülsenberg, H., Betrachtungen zum Auftreten des Meltaues bei Winterweizen und Sommergersten im Jahre 1929 in der Provinz Sachsen. Fortschr. d. Ldw. 5, 283, 1930.
13. Neger, F. W., Beiträge zur Biologie der Erysiphaceen. Flora 116, 331, 1923.
14. Pape, H., und Rademacher, B., Erfahrungen über Befall und Schaden durch den Getreidemeltau (Erysiphe graminis D. C.) bei gleichzeitigem Anbau von Winter- und Sommergerste. Angew. Botanik 16, 225, 1934.
15. Römer, Th., Fuchs, W. H., und Isenbeck, K., Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Berlin, Paul Parey, 1938.
16. Straib, W., Untersuchungen zur Genetik der Gelbrostresistenz des Weizens. Phytopath. Ztschr. 7, 427, 1934.
17. — — Die Faktorenbeziehungen im Verhalten des Weizens gegen verschiedene Gelbrostrassen. Ztschr. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre 77, 18, 1939.
18. Tidd, I. S., Studies concerning the reaction of barley to two undescribed physiologic races of barley mildew, Erysiphe graminis hordei Marchal. Phytopathology 27, 51, 1937.

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle/S.

# Genetische Studien zur Gerstenzüchtung[1]

## I. Vererbung und Koppelung der Mehltauresistenz und der Spindelgliedzahl

Von

**Rudolf Freisleben** und **Ilse Metzger**

(Mit 2 Abbildungen)

### Einleitung

Durch die Prüfung umfangreicher Sortimente sind in Deutschland und Amerika zahlreiche Gerstensorten gefunden worden, die gegenüber einer oder mehreren physiologischen Rassen des Gerstenmehltaus resistent sind. In Deutschland sind aus den Arbeiten Honeckers die Zuchtsorte „Pflugs Intensiv“ und die Landsorte „Dalmatinische Ragusa“ bekannt geworden, die das Ausgangsmaterial für wichtige resistente Neuzüchtungen geliefert haben, so daß wahrscheinlich schon bald für einen erheblichen Teil der Sommergersten-Anbaufläche geeignete resistente Sorten zur Verfügung stehen werden.

Da die beiden genannten Ausgangssorten nur gegen einige der beim Gerstenmehltau nachgewiesenen physiologischen Rassen widerstandsfähig sind, wurde die Suche nach weiteren resistenten Formen fortgesetzt. Hoffmann und Kuckuck (1938) stellten bei der Wildgerste *Hordeum spontaneum* var. *transcaspicum* Vav. Resistenz gegen alle bis dahin bekannten Rassen fest, doch trat später bei Honecker eine neue Rasse (6) auf, die auch diese Gerste befiel. Als resistent gegen sämtliche Rassen erwiesen sich dagegen die Sorte „Gopal“ (Honecker 1937), sowie zahlreiche, aus Nordwestindien stammende Sammelproben der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935 (Freisleben 1940). Zu diesen in Deutschland gefundenen Gersten gesellen sich nun noch mehrere, die aus amerikanischen Untersuchungen bekannt geworden sind. Mains und Dietz (1930), Mains und Martini (1932), Dietz (1930) und besonders Briggs und Mitarbeiter (1935, 1937, 1938, 1939) haben rd. 10 verschiedene Sorten beschrieben, die sich gegen eine oder mehrere der in Amerika (Mains und Dietz [1930], Tidd [1937]) gefundenen physiologischen Rassen resistent verhielten.

Studien über die Vererbung der Mehltauresistenz stoßen insofern nicht auf besondere Schwierigkeiten, als die Infektion von Keimpflanzen im Gewächshaus leicht gelingt und mit sehr großer Sicherheit durchgeführt wird und somit in kürzester Zeit das Verhalten sehr zahlreicher Pflanzen geprüft werden kann. Die bisherigen, in Deutschland von Honecker und in Amerika von Mains und Mitarbeitern in Angriff genommenen genetischen Untersuchungen haben ergeben, daß die Vererbung der Resistenz bei den

[1]) Die in dieser Arbeit benutzten statistischen Verfahren werden in dem nachfolgenden Aufsatz von Ludwig und Freisleben erläutert.

...sten Sorten sehr einfach, nämlich vorwiegend monohybrid, erfolgt (Einzelheiten bei Roemer, Fuchs und Isenbeck 1938), daß aber die Widerstandsfähigkeit der meisten bisher geprüften Sorten auf jeweils spezifischen Genen beruht. So konnte Honecker (1938) zeigen, daß die Resistenz der „Weihenstephaner Mehltauresistenten I“ (CP 127422) gegen die Rasse 4 unabhängig von der Resistenz der „Dalmatinischen Ragusa“ gegen Rasse 2 vererbt wird, und Briggs und Stanford (1939) haben bei 8 Sorten sogar 6 verschiedene Resistenzgene nachgewiesen, von denen einige in einer Koppelungsgruppe zusammenliegen. Auch in unseren eigenen Untersuchungen wurde diese polygene Bedingtheit der Mehltauresistenz deutlich. Hierauf werden wir noch zurückkommen.

Die Verhältnisse werden noch wesentlich komplizierter, wenn außer den die vollständige Resistenz (Typ i) bewirkenden Faktoren gegenüber bestimmten Pilzrassen auch noch die mannigfaltigen Erscheinungen der „Teilresistenz“ in den Kreis der genetischen Untersuchungen gezogen werden, die man in der Resistenzzüchtung mit den Befallstypen 0, 1, 2, 3 und mit den Buchstaben n (nekrotische Flecke) und c (chlorotische Flecke) zu bezeichnen pflegt. Die Zahl solcher teilresistenten Sorten ist wesentlich größer als die der hochresistenten; auch zeigt sich in Kreuzungsversuchen mit letzteren, daß außer einem für Hochresistenz verantwortlichen „Hauptfaktor“ oft noch Nebenfaktoren nachweisbar sind, die, hypostatisch im resistenten oder auch im anfälligen Elter vorhanden, in bestimmten Nachkommenschaften konstante Zwischentypen mit chlorotischen und nekrotischen Flecken herausspalten lassen.

Diese Mannigfaltigkeit in den genetischen Grundlagen der Resistenz hat Briggs und Stanford zu einem Vergleich mit der genetischen Kontrolle der Chlorophyllbildung veranlaßt. Tatsächlich erscheint dies in bezug auf die Zahl der beteiligten Faktoren auch berechtigt. Trotzdem dürfen die tiefgreifenden Unterschiede nicht übersehen werden. Bei der Mehrzahl der durch Chlorophylldefekte ausgezeichneten Mutanten handelt es sich offensichtlich um die Veränderung von Genen, die für die normale Ausbildung der Blattfarbstoffe unentbehrlich sind. Solche Veränderungen müssen nicht in der Überführung eines dominanten in ein rezessives, den subletalen Zustand bewirkendes Allel bestehen, sondern sie sind nach den Untersuchungen Gustafssons (1938, 1940) sehr häufig, vielleicht in der Mehrzahl der Fälle, als Genverlust oder gar Chromosomenstückverlust zu betrachten. Wie dem im einzelnen Falle auch sei, sicher sind die zahlreichen für die Blattfarbstoffbildung verantwortlichen Gene größtenteils an einer Schlüsselreaktion in den Reaktionsketten beteiligt, die zur leistungsfähigen Ausbildung des Chlorophyllapparates führen. Veränderung oder Verlust eines dieser Gene bewirkt Ausfall aller oder doch wenigstens einer der Farbstoffkompenenten und damit Letalität.

Ganz anders bei den mehltauresistenten Rassen der Gerste! Eine Senkung der Vitalität ist bei den resistenten Pflanzen nicht nachweisbar, wenigstens muß diese nicht mit der Resistenz Hand in Hand gehen. Die Schaffung leistungsfähiger resistenter Sorten in Deutschland und Amerika ist hierfür der beste Beweis. Ob überhaupt außer der Mehltauresistenz noch andere nachweisbare physiologische oder morphologische Eigenschaften durch das gleiche Allel bedingt werden, ob also Pleiotropie vorliegt, ist heute schwer zu entscheiden, da wir noch nicht über monofaktoriell spaltende resistente Mutationen verfügen, an denen diese Frage allein geprüft werden könnte. Unsere eigenen Erfahrungen mit Primitivsorten der Deutschen Hindukusch-Expedition aus Indien haben gezeigt, daß dort in vielen Populationen resistente und an-

fällige Linien in vielen Abstufungen nebeneinander vorkommen, die sich im Habitus und in der Entwicklungsgeschwindigkeit großenteils nicht nachweisbar voneinander unterscheiden. Die Annahme, daß es sich hier um relativ junge mutative Abänderungen eines Grundtypus handelt, erscheint uns durchaus berechtigt. Sind die Bedingungen für natürliche Mehltauinfektionen ungünstig, so sind an reinen Linien aus diesen Populationen im Felde keinerlei Unterschiede festzustellen. Erst bei starker künstlicher oder natürlicher Infektion tritt die erbliche Verschiedenheit zutage. Bei entsprechend starker Schädigung der anfälligen Linien sind auch sekundäre Unterschiede wie starkes Vergilben der Blätter, frühere Reife und zweifellos auch geringerer Ertrag die Folge. Die Mehrzahl der Resistenzallele hat also offensichtlich für die Morphologie und für das normale physiologische Verhalten der sie enthaltenden Sippen gar keine oder eine sehr untergeordnete Bedeutung. Wir sind deshalb berechtigt, ihre, zunächst hypothetische, Entstehung aus entsprechenden Sippen mit Allelen für Mehltauanfälligkeit als Kleinmutationen im Sinne Baurs zu betrachten. Damit wird der wesentliche Unterschied gegenüber den die physiologische Konstitution tiefgreifend verändernden Chlorophyllmutationen wohl am besten gekennzeichnet.

Um die Analyse derartiger polygen bedingter Merkmale hat man sich in der Vererbungsforschung schon wiederholt bemüht. Wir können heute sagen, daß es bei gewissen Merkmalen, z. B. der Ausbildung der Blattfarbstoffe, ein müßiges Unterfangen ist, die Zahl der überhaupt an der Farbstoffbildung beteiligten Gene feststellen zu wollen und sich um ihre Lokalisierung zu bemühen. Seitdem wir wissen, daß für einen erheblichen Teil der Chlorophylldefekte die Ursache gar nicht in Genmutationen, sondern in einer Änderung der Chromosomenstruktur, z. B. in Deletionen zu suchen ist, müssen wir die genetische Analyse der Blattfarbstoffbildung als vorläufig aussichtslos zurückstellen.

Es ist bekannt, daß auch andere, weniger tiefgreifende erbliche Änderungen der physiologischen Konstitution, z. B. des Alkaloidgehaltes der Lupinen (Hackbarth, v. Sengbusch, 1940), stark polygen bedingt sind, denn alle bisher einwandfrei analysierten Fälle von Alkaloidarmut haben jeweils ein anderes Gen hierfür aufgewiesen. Die Mehrzahl der Stämme von alkaloidarmen Lupinen zeigt nun im Vergleich mit bitteren Stämmen der gleichen Populationen eine geringere Wüchsigkeit. Obwohl die Hoffnung besteht, daß sich in einigen Fällen der hohe Massenertrag der bitteren Lupinen mit der Alkaloidarmut der „süßen" durch weitere Kombinationszüchtung vereinigen läßt, scheinen doch in anderen Fällen physiologische Korrelationen zwischen geringer Wüchsigkeit und geringer Bildungsfähigkeit von Alkaloiden zu bestehen, d. h. „Verlustmutationen" vorzuliegen. Ob es sich auch hierbei um Deletionen handelt, oder ob rezessive Allele einzelner Gene vorliegen, ist natürlich ganz ungewiß. Auf alle Fälle muß bei einer genetisch-physiologischen Analyse der Alkaloidbildung bei Lupinen mit Komplikationen durch Chromosomenmutationen gerechnet werden, die andererseits die Lösung des Problems dann fördern würden, wenn es gelänge, sie als neue konstante Karyotypen zytologisch zu fassen und in weiteren Kreuzungsversuchen zu verwenden.

Bei der Mehltauresistenz der Gerste liegen dagegen Chromosomenmutationen wenigstens in den bis jetzt genauer analysierten Fällen bestimmt nicht vor. Bastarde zwischen resistenten und anfälligen Linien waren in unseren Versuchen stets uneingeschränkt fertil und sowohl in den Züchtungsarbeiten Honeckers als auch in den unsrigen gelang die Vereinigung der Resistenz mit Ertragseigenschaften ohne weiteres. Die Mehltauresistenz erscheint uns

deshalb ganz besonders gut zu einem genetischen und physiologischen Studium polygen bedingter Merkmale geeignet.

Die von uns in Angriff genommene Faktorenanalyse des Verhaltens der Gerste gegenüber Mehltau betrifft sowohl die Erscheinung der Hochresistenz (Befallstypen i und 0) als auch der Teilresistenz (Befallstypen 1, 2, 3). In der vorliegenden Mitteilung soll zunächst jedoch nur über die erste berichtet werden. Sowohl Hochresistenz als auch Teilresistenz stellen bei den Beziehungen zwischen Getreidepflanzen und Mehltaupilzen in den meisten Fällen Erscheinungsformen der sogenannten „physiologischen Resistenz" dar, verursacht durch eine Überempfindlichkeit der Wirtszellen (vgl. Roemer, Fuchs und Isenbeck), die sich dem für die Befallstypen geschulten Blick innerhalb eines größeren Sortiments in kaum glaublicher Mannigfaltigkeit offenbart. In dem hier dargestellten Falle der Widerstandsfähigkeit der „Weihenstephaner Mehltauresistenten I" liegen die Verhältnisse aber insofern anders, als, wie Metzger (1941) nachweisen konnte, die Sporen der Rassen 1 und 4 auf der Blattoberfläche zwar keimen, die Keimschläuche jedoch nicht in die Epidermiszellen einzudringen vermögen. Es besteht hier also eine „primäre" Resistenz, d. h. die Sorte CP 127422 stellt für die beiden Pilzrassen keinen geeigneten Nährboden dar.

## I. Material und Methoden

Die genetische Analyse der physiologischen Resistenz kann zwei verschiedene Wege gehen: Erstens kann versucht werden, aus einer hochanfälligen reinen Linie spontane oder strahleninduzierte „Resistenzmutationen" auszulesen und deren erbliche Konstitution und Kopplungsverhältnisse in Kreuzungen mit anderen Rassen zu prüfen. Dieser Weg, der auch für die praktische Züchtung von Bedeutung sein kann, ist erst vor kurzer Zeit von uns eingeschlagen worden. Zweitens kann durch Kreuzung möglichst vieler resistenter Sorten untereinander und mit anfälligen Testsorten die Selbständigkeit bzw. Identität der für die Resistenz verantwortlichen Faktoren nachgewiesen und ihre Einordnung in die Kopplungsgruppen der Gerste versucht werden. Diesen zweiten Weg haben wir vor 4 Jahren mit der Einkreuzung mehrerer hochresistenter Sorten in anfällige beschritten. In der Mehrzahl der Kreuzungen traten dabei komplizierte Verhältnisse zutage, die dadurch bedingt waren, daß teils im resistenten, teils im anfälligen Elter noch Faktoren für Teilresistenz (Typ 1—3) hypostatisch vorhanden waren, deren Erfassung erst in der $F_3$ beginnen konnte. Die Schilderung dieser Zusammenhänge muß daher, ebenso wie die der später durchgeführten Kreuzungen, weiteren Mitteilungen vorbehalten bleiben.

Am einfachsten lagen die Verhältnisse in einer Kreuzung der schon genannten „Weihenstephaner Mehltauresistenten I" (CP 127422) mit einer Kapuzengerste aus Nepal (*Hordeum vulgare* L. var. *trifurcatum* Schlecht.), von der deshalb die folgende Darstellung allein handeln soll.

Als Infektionsmaterial kam eine Einsporlinie einer Mehltauherkunft zur Verwendung, die im Frühjahr 1936 von uns in der Nähe von Braunschweig gesammelt worden war. Sie verhält sich auf dem von Honecker (1934) angegebenen Testsortiment genau so wie Honeckers Rasse D, so daß wir sie, in Übereinstimmung mit der Rassennumerierung bei Roemer, Fuchs und Isenbeck, als Rasse 4 bezeichnen. Mit ihr infiziert zeigt die Sorte CP 127422 die Befallstypen i oder, bei sehr guten Lichtverhältnissen und niedriger Temperatur, 00. Die Var. *trifurcatum* weist dagegen einen klaren Typ 4 auf.

Infiziert wurden die Primärblätter von Gewächshauspflanzen durch Abschütteln stark befallener Pflanzen, nachdem die Blätter mittels eines Zerstäubers schwach befeuchtet worden waren. Die Methode ist absolut zuverlässig. Bonitiert wurde, je nach Temperatur (12—20° C), 10—15 Tage nach der Infektion. Wichtig ist die dauernde Kontrolle der Rassenreinheit des Pilzes durch gleichzeitige Infektion von Pflanzen des resistenten Elters CP 127422. Im Winter 1939/40 traten trotzdem hin und wieder andere Rassen auf. Nachdem aber auch aus den Nachbarhäusern sämtliche dort gehaltenen Mehltaurassen entfernt worden waren, war 1940/41 kein einziger Fall einer Fremdinfektion zu verzeichnen.

Mit den Prüfungen haben wir erst bei den $F_2$-Nachkommenschaften, also den $F_3$-Keimpflanzen, begonnen. Da in den meisten Kreuzungen mit CP 127422 die Resistenz weitgehend — allerdings fast nie absolut — dominiert, lassen sich bei Prüfung von $F_2$-Keimpflanzen die Heterozygoten nicht einwandfrei von den homozygot resistenten trennen. Die Prüfung der Nachkommenschaften erlaubt dagegen eine klare Beurteilung der erblichen Konstitution der $F_2$-Pflanzen. Zur Sicherung der Ergebnisse haben wir weiterhin aus 50 $F_2$-Nachkommenschaften im nächsten Jahre eine größere Zahl $F_3$-Pflanzen wahllos herausgegriffen und von diesen die Konstitution durch Infektion der $F_4$-Keimpflanzen festgestellt.

Von jeder $F_2$- bzw. $F_3$-Pflanze sind stets 20 Körner in zwei 8 cm-Töpfen ausgelegt worden. Bei der — ungünstigen — Annahme einer 95prozent. Keimung und der Erwartung einer monohybriden 3:1-Spaltung bedeutet dies, daß in 1% aller Fälle wegen zufälligen Fehlens der rezessiven anfälligen Pflanzen eine falsche Klassifizierung erfolgen würde. In Wirklichkeit ist aber bei einiger Übung auch dieser Fehler vermeidbar, da die meisten heterozygoten Keimpflanzen einen ganz geringen Befall (Typ 0—1) in Gestalt schwacher Nekrosen und eines feinen Myzelschleiers aufweisen. Spaltende Nachkommenschaften, in denen die homozygot Anfälligen zufällig fehlen, werden also an diesen Heterozygoten mit Sicherheit erkannt.

Die beiden zur Kreuzung benutzten Eltern seien kurz folgendermaßen beschrieben:

a) Resistenter Elter: „Weihenstephaner Mehltauresistente I", CP 127422 (*Hordeum distichum* L., var. *nutans* Körn.). Zweizeilige, bespelzte, rauh begrannte, gelbe Sommergerste. Die Sorte wurde von Honecker aus einer Kreuzung zwischen „Criewener 403" und der resistenten „Pflugs Intensiv" gezüchtet. Sie ist nicht in den Handel gekommen, sondern hat nur als Kreuzungselter bei der Züchtung der heute als Hochzucht anerkannten „Weihenstephaner Mehltauresistenten II" gedient.

b) Anfälliger Elter: *Hordeum vulgare* L. var. *trifurcatum* Schlecht. Vierzeilige, nackte, gelbkörnige Sommergerste mit Kapuzen statt Grannen. Die zur Kreuzung benutzte reine Linie stammt aus einer Form, die sich unter dem Namen „Nepalgerste" etwa seit dem Jahre 1920 im Sortiment der Pflanzenzuchtstation des Instituts befindet. Es ist anzunehmen, daß in ihr die Auslese einer direkt aus Asien eingeführten Primitivsorte vorliegt, und nicht etwa eine der zahlreichen, besonders in Nordamerika entstandenen Kreuzungskombinationen mit Kapuzengersten. Die „Nepalgerste" hat in den hallischen Zuchtarbeiten wegen ihrer Resistenz gegen *Helminthosporium gramineum* und *Ustilago nuda* wiederholt Verwendung gefunden. Die hier beschriebene Kreuzung ist jedoch allein mit theoretischen Zielsetzungen durchgeführt worden. Da, wie später noch eingehender beschrieben wird, sich die beiden Eltern in 3 markanten Merkmalen unterscheiden, die jeweils einer besonderen Kopplungsgruppe angehören, erschien die „Nepalgerste" für Kopplungsunter-

suchungen sehr geeignet. Für Mehltau ist die von uns benutzte reine Linie hochanfällig (mit den Rassen 1 bis 5 geprüft, Befallstyp 4).

## II. Die Vererbung der Resistenz

Aus der Tabelle 1 ist zu ersehen, daß eine klare monohybride Spaltung im Verhalten gegenüber der Mehltaurasse 4 vorliegt. Auf Grund dieser Ergebnisse sowie der im nächsten Abschnitt dargestellten Kopplungsverhältnisse sehen wir uns berechtigt, hier ein Allelenpaar anzunehmen, dessen eines Glied absolute Resistenz (Tpy i) und dessen anderes hohe Anfälligkeit bedingt. Wir haben es mit $Er_{CP}$ $er_{CP}$ (Er = Erysiphe) bezeichnet. $Er_{CP}$ (= resistent) ist weitgehend, aber nicht vollständig, dominant über $er_{CP}$. Der Index $_{CP}$ (= aus CP 127 422) dient zur Unterscheidung von anderen, in dieser Arbeit noch nicht beschriebenen Resistenzgenen.

Außer den $F_3$- und $F_4$-Familien, die von heterozygoten Elternpflanzen abstammten, haben wir im Herbst 1940 auch noch mehrere $F_4$-Familien geprüft, die auf homozygot resistente oder anfällige $F_2$-Pflanzen zurückgingen. Dies geschah teils zur Kontrolle der vorjährigen $F_3$-Bonitierungen, teils zur Feststellung etwa vorhandener, auf der Wirkung von Nebenfaktoren beruhender Befallsunterschiede zwischen den anfälligen bzw. den resistenten Familien. Im Gegensatz zu anderen, hier noch nicht geschilderten Kreuzungen sind aber solche Differenzen kaum wahrnehmbar. Die monohybride Spaltung wird also überhaupt nicht durch die Mitwirkung weiterer Faktoren beeinflußt.

## III. Kopplungsuntersuchungen

Die beiden Eltern unterscheiden sich vor allen Dingen in den drei folgenden, leicht zu analysierenden Merkmalspaaren: Zweizeilig — mehrzeilig, bespelzt — nacktkörnig, Kapuze — Granne. Nach den bisherigen Erfahrungen der Gerstengenetik spalten diese drei Merkmalspaare unabhängig voneinander (vgl. Isenbeck und Hoffmann). Sie werden den Kopplungsgruppen I, III und IV zugeordnet. Bis jetzt sind keine Anzeichen dafür vorhanden, daß eines von ihnen mehr als einem Gen entspricht. In allen genauer untersuchten Fällen ist vielmehr die Zeiligkeit durch das Gen $V^d v$[1]), die Art des Spelzenschlusses durch Nn und die Kapuzen- bzw. Grannenbildung durch Kk bedingt. Lediglich in einer Arbeit v. Ubisch's (1919) wird über kompliziertere Spaltung in der Kreuzung einer Kapuzen- mit einer Grannengerste berichtet. Da wir jedoch, in Übereinstimmung mit Buckley (1930) und Robertson, Deming a. Koonze (1932), eine klare monofaktorielle Vererbung erhielten, wollen wir diesen Sonderfall hier nicht weiter erörtern. Auch auf die Nebenfaktoren, die die Ausbildung der Seitenährchen durch das Gen Vv nach verschiedenen Richtungen beeinflussen können, braucht hier nicht eingegangen zu werden, da die Spaltung der Zeiligkeit in unserer Kreuzung immer klar monohybrid war.

Trotzdem müssen wir betonen, daß es stets eine heikle Angelegenheit ist, für Merkmale beliebiger Rassen Gensymbole einzusetzen, die ursprünglich für die gleichen Merkmale ganz anderer Rassen aufgestellt worden waren, solange die Identität der Merkmale nicht durch das Kreuzungsexperiment erwiesen ist. Die Forderung, bei genetischen Arbeiten Testrassen mit genau bekannter genetischer Konstitution zu benutzen, kann leider bei Gerste noch nicht erfüllt werden. Durch zahlreiche weitere Kreuzungen haben wir je-

[1]) Das dritte Allel $V^{de}$ interessiert in diesem Zusammenhang nicht.

Tabelle 1. Monohybride Aufspaltung im Verhalten gegen Mehltau

| | | Zahl d. beteiligt. $F_1$- bzw. $F_2$-Familien | Zahl der geprüften $F_2$- bzw. $F_3$-Familien | Zahl d. infizierten $F_3$-bzw. $F_4$-Keimpflanzen rund | Konstitution der $F_2$- bzw. $F_3$-Pflanzen | | | Abweichung vom Verhältnis 1 : 2 : 1 | | | Heterogenität | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $Er_{CP}Er_{CP}$ | $Er_{CP}er_{CP}$ | $er_{CP}er_{CP}$ | $\chi^2$ | FG[1] | P | $\chi^2$ | FG[1] | P |
| 1939 $F_2$ . . . | gefunden | 10 | 694 | 14 000 | 173 | 356 | 165 | 0,654 | 2 | 0,80—0,70 | 16,100 | 18 | 0,70—0,50 |
| | erwartet | | | | 173,50 | 347,00 | 173,50 | | | | | | |
| 1939 $F_2$ reziprok | gefunden | 1 | 93 | 1 800 | 22 | 48 | 23 | 0,119 | 2 | 0,95—0,90 | — | — | — |
| | erwartet | | | | 23,25 | 46,50 | 23.25 | | | | | | |
| 1939 $F_2$ insgesamt | gefunden | 11 | 787 | 15 800 | 195 | 404 | 188 | 0,687 | 2 | 0,80—0,70 | 16,186 | 20 | 0.80—0,70 |
| | erwartet | | | | 196,75 | 393,50 | 196,75 | | | | | | |
| 1940 $F_3$ . . . | gefunden | 22 | 996 | 20 000 | 242 | 528 | 226 | 4,12 | 2 | 0,20—0,10 | 31,89 | 42 | 0.261 |
| | erwartet | | | | 249 | 498 | 249 | | | | | | |
| 1939 und 1940 $F_2 + F_3$ | gefunden | 33 | 1783 | 35 800 | 437 | 932 | 414 | 4,273 | 2 | 0,20—0,10 | 48,61 | 64 | 0,159 |
| | erwartet | | | | 445,75 | 891,50 | 445,75 | | | | | | |

[1]) FG = Freiheitsgrade.

Tabelle 2. Freie Spaltung in den Genen Vv und $Er_{CP}er_{CP}$ in $F_2$ und in 10 spaltenden $F_3$-Familien

| | | $VEr_{CP}$ | $Ver_{CP}$ | $vEr_{CP}$ | $ver_{CP}$ | n | $\chi^2_V$ | $P_V$ | $\chi^2_{Er_{CP}}$ | P | $\chi^2_t$ | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1939 $F_2$ . . . | gefunden | 463 | 146 | 142 | 45 | 796 | 0,968 | 0,50—0,30 | 0,429 | 0,70—0,50 | 0,00223 | 0,98—0,95 |
| | erwartet | 448 | 149 | 149 | 50 | | | | | | | |
| 1940 $F_3$ . . . | gefunden | 303 | 85 | 92 | 31 | 511 | 0,235 | 0,70—0,50 | 1,440 | 0,30—0,20 | 0,567 | 0,50—0,30 |
| | erwartet | 287 | 96 | 96 | 32 | | | | | | | |

Tabelle 3. Freie Spaltung in den Genen Nn und $Er_{CP}er_{CP}$ in $F_2$ und in 11 spaltenden $F_3$-Familien

| | | $NEr_{CP}$ | $Ner_{CP}$ | $nEr_{CP}$ | $ner_{CP}$ | n | $\chi^2_N$ | $P_N$ | $\chi^2_{Er_{CP}}$ | P | $\chi^2_t$ | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1939 $F_2$ . . . | gefunden | 473 | 152 | 132 | 39 | 796 | 5,252 | 0,05—0,02 | 0,429 | 0,70—0,50 | 0,109 | 0,80—0,70 |
| | erwartet | 448 | 149 | 149 | 50 | | | | | | | |
| 1940 $F_3$ . . . | gefunden | 305 | 92 | 100 | 26 | 523 | 0,230 | 0,70—0,50 | 1,657 | 0,20—0,10 | 0,291 | 0,70—0,50 |
| | erwartet | 294 | 98 | 98 | 33 | | | | | | | |

doch feststellen können, daß sich unsere beiden Elternlinien tatsächlich in den Genpaaren Vv, Nn und Kk unterscheiden. Die monohybriden Spaltungen der drei Gene werden, da sich von den Ergebnissen anderer Autoren (vgl. Isenbeck und Hoffmann) keine Abweichungen zeigten, nicht gesondert wiedergegeben. Sie sind auch aus den Tabellen 2—4 für freie Spaltung und Kopplung mit $Er_{CP}\,er_{CP}$ zu ersehen.

Tabelle 2 und 3 zeigen, daß das Gen $Er_{CP}\,er_{CP}$ unabhängig von Vv und Nn spaltet. Auch die Möglichkeit einer Zugehörigkeit zu den Kopplungsgruppen II und V haben wir in anderen Kreuzungen mit großer Wahrscheinlichkeit ausschließen können. Es handelt sich dabei um das Gen Bb (schwarz — weiße Spelzenfarbe, Gruppe II) und Rr (rauhe — glatte Granne, Gruppe V). Da aber die Verhältnisse hier durch Faktoren für Halbresistenz kompliziert werden, wollen wir von einer Wiedergabe der Zahlen zunächst noch absehen. Die Kopplung zwischen $Er_{CP}\,er_{CP}$ und Kk ist dagegen sehr deutlich ausgeprägt (Tabelle 4), d. h. es treten viel weniger kapuzentragende resistente und begrannte anfällige Individuen auf, als bei der Annahme freier

Tabelle 4

Kopplung und crossing over zwischen den Genen Kk

| | | $K\,Er_{CP}\,er_{CP}$ + $K\,er_{CP}$ | $K\,Er_{CP}\,Er_{CP}$ | $k\,Er_{CP}\,er_{CP}$ + $k\,er_{CP}$ | $k\,Er_{CP}\,Er_{CP}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1939 $F_2$ | Gefunden | 536 | 56 | 63 | 141 |
| | Erwartet bei freier Spaltung | 448 | 149 | 149 | 50 |
| | Erwartet bei Kopplung und 16,2 % cr. o. | 539 | 59 | 59 | 139 |
| 1940 $F_3$ | Gefunden | 626 | 62 | 69 | 161 |
| | Erwartet bei freier Spaltung | 517 | 172 | 172 | 57 |
| | Erwartet bei Kopplung und 15.5 % cr. o. | 624 | 65 | 65 | 164 |
| $F_2 + F_3$ | Gefunden | 1162 | 118 | 132 | 302 |
| | Erwartet bei Kopplung und 15.8 % cr. o | 1160 | 125 | 125 | 304 |

Spaltung zu erwarten wäre. Die Übereinstimmung der crossing over-Werte in den Jahren 1939 (16,2 %) und 1940 (15,5 %) kann als sehr gut bezeichnet werden. Es darf somit als erwiesen gelten, daß das Gen $Er_{CP}\,er_{CP}$ in die Kopplungsgruppe IV gehört. In den Werten für die $F_3$-Familien ist eine Familie (Nr. 384) weniger aufgeführt als bei der Darstellung der monohybriden Spaltung des Mehltauverhaltens in Tabelle 1. Es zeigte sich nämlich, daß bei der Nr. 384 ganz abweichende Zahlenverhältnisse auftraten, die auf eine Abstoßung von $Er_{CP}$ und k an Stelle einer Kopplung hindeuten (Tab. 5). Hieraus ist zu schließen, daß bei der $F_2$-Pflanze dieser Familie in beiden Chromosomenhälften ein Austausch erfolgt sein mußte, so daß bei ihr $Er_{CP}$ mit K bzw. $er_{CP}$ mit k gekoppelt waren. Bei einem Crossing over von rd. 16 % sind solche Fälle mit etwa 1.3 % Häufigkeit zu erwarten. Da wir aber solche $F_3$-Familien ausgewählt hatten, die wahrscheinlich noch in beiden Merkmalen spalteten, war also mit einer etwas größeren Häufigkeit zu rechnen.

## IV. Die Beziehungen zur Spindelgliedzahl

Die beiden Eltern weichen in der Zahl der Spindelglieder je Ähre sehr stark voneinander ab, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht:

| | |
|---|---|
| Weihenstephaner CP 127 422 1938 . . . . | 28,3 ± 0,3 |
| H. vulgare trifurcatum „Nepal“ 1938 . . . . | 21,2 ± 0,4 |
| $F_1$ 1938 . . . . . . . . . . . . . . | 25,6 |
| CP 127 422 1940 . . . . . . . . . . . | 29,9 ± 0,14 |
| „Nepal“ 1940 . . . . . . . . . . . . | 20,3 ± 0,16 |

Da die Spindelgliedzahl bei der Gerste einen der wichtigsten Faktoren zur Ertragsbildung darstellt, haben wir an sämtlichen $F_3$-Pflanzen unserer Kreuzung Zählungen vorgenommen. Zur Beschleunigung der langwierigen Arbeit wurde dabei folgende Vereinfachung angewandt: Wir zählten, jeweils an der am besten ausgebildeten Ähre, nur die Körner bzw. gut ausgebildeten Deckspelzen einer Zeile und multiplizierten mit 2. Es wurden also diejenigen an der Basis und Spitze befindlichen 2—4 Spindelglieder, die überhaupt keine oder nur ganz verkümmerte Ährchen tragen, nicht mitgezählt. Sogenannte „Scharten“, d. h. Ährchen, die zwar keine Körner, wohl aber gut entwickelte Spelzen führen, wurden dagegen gezählt. Wir werden deshalb im folgenden den Ausdruck „Spindelgliedzahl“ vermeiden und statt dessen von „Stufenzahlen“ sprechen.

und $er_{CP}$ $Er_{CP}$ in $F_2$ und in 21 spaltenden $F_3$-Familien

| n | $\chi^2_K$ | P | $\chi^2 Er_{CP}$ | P | $\chi^2_t$ | P | cr. o. % | $\chi^2$ | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 796 | 0,167 | 0,70—0,50 | 0,0268 | 0,90—0,80 | 292 | $\approx 10^{-60}$ | 16,2 ± 1,0 | 0,469 | 0,80—0,70 |
| 918 | 0,00145 | 0,98—0,95 | 0,246 | 0,70—0,50 | 342 | $\approx 10^{-75}$ | 15,5 ± 0,9 | 0,446 | 0,80 |
| 1714 | — | — | — | — | — | | 15,8 ± 0,7 | 0,801 | 0,70—0,50 |

Die Zusammenstellung der Mittelwerte von 111 $F_3$-Familien mit insgesamt 4788 Individuen (Abb. 1) zeigt die für polymere Spaltung und quantitative Vererbung charakteristische kontinuierliche Verteilung, die sich einer Binomialkurve nähert. Dem geringen Absinken der Kurve bei 25 Stufen ist wahrscheinlich keine Bedeutung beizumessen. Die genaue Feststellung der für die Stufenzahl verantwortlichen Faktoren muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Schon jetzt läßt sich aber sagen, daß wahrscheinlich die Faktorenzahl nicht groß ist, denn es treten bereits in $F_3$ mehrere Familien auf, die die gleiche Stufenzahl wie die Eltern besitzen und deren Streuung (Abb. 2) sich nicht wesentlich von der der Eltern unterscheidet. Da mit $\sigma$ sowohl die modifikativ bedingte Variation, als auch die erblich bedingte gemessen wird, muß in Familien, in denen Homozygotie der die Stufenzahl beeinflussenden Faktoren herrscht, die Streuung ähnlich klein wie bei den Elternrassen sein, d. h. allein die Paravariation wiedergeben. Es muß also, wie Bartels (1940) kürzlich gezeigt hat, eine Korrelation zwischen den Mittelwerten (M) der $F_3$-Familien und ihren Standardabweichungen ($\sigma$) bestehen. Diese muß unterhalb des Zentralwertes aller Mittelwerte in (unserem Falle 25,9 Stufen) positiv, oberhalb aber negativ sein. Tatsächlich besteht ein solcher Zusammenhang, wenn auch die beiden Korrelationskoeffizienten

nicht ganz gesichert sind. Wichtig ist besonders, daß die Differenz beider als gesichert angesehen werden kann (Tab. 6).[1])

Nachdem wir auf diese Weise wahrscheinlich machen konnten, daß die Stufenzahl in unserer Kreuzung nur durch wenige Faktoren maßgebend bestimmt wird, haben wir nach Korrelationen zwischen der Stufenzahl und den übrigen von uns bearbeiteten Merkmalen gesucht, um auf diese Weise wenigstens über die Minimalzahl der fraglichen Faktoren und über ihre Lokalisierung in den Kopplungsgruppen Aufschluß

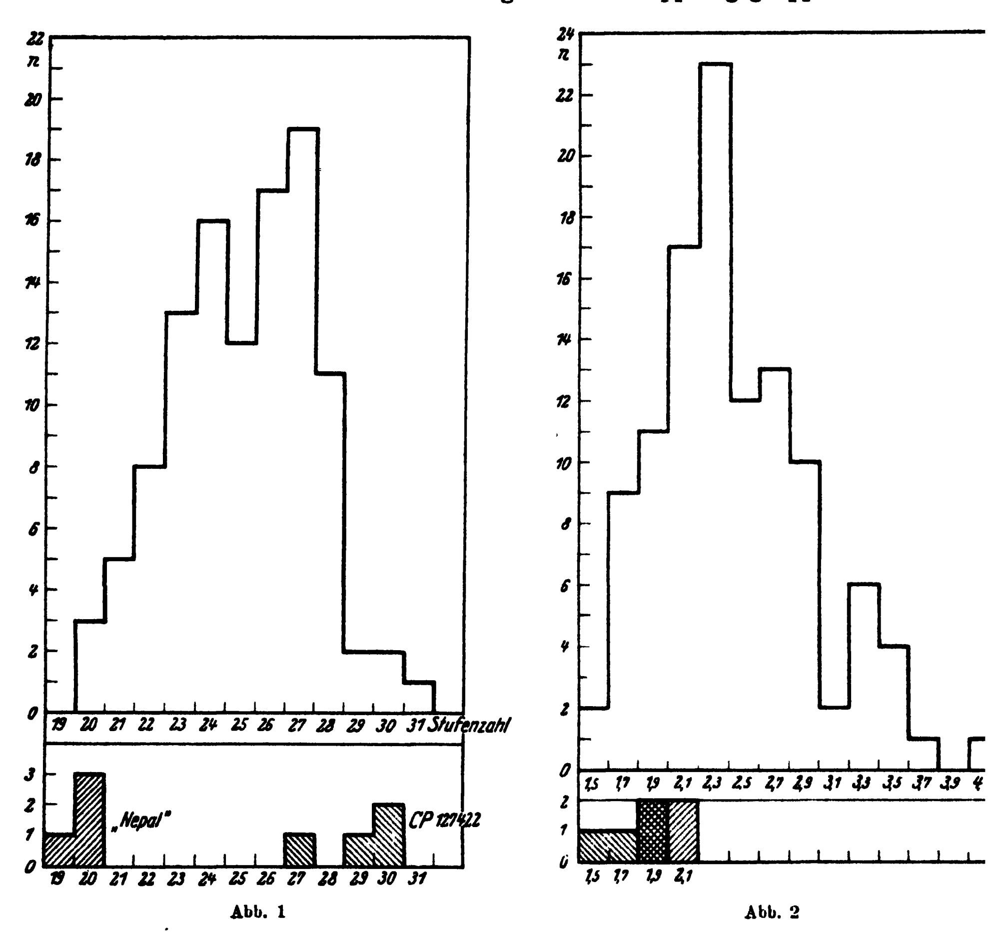



Abb. 1 Abb. 2

zu erhalten. Tabelle 7 gibt die Stufenzahlen getrennt für die Genotypen V und v, N und n, K und k sowie $Er_{CP}$ und $er_{CP}$ wieder. Aus den Zahlen geht klar hervor, daß sowohl in Kopplungsgruppe I (Vv) als auch in IV (Kk und $Er_{CP}er_{CP}$) wenigstens je ein die Stufenzahl bestimmendes Gen vorhanden ist. Die Differenzen zwischen den Mittelwerten der dominanten und rezessiven Klassen sind in allen 3 Fällen durch den dreifachen mittleren Fehler gesichert.

Anders liegen die Dinge in der Kopplungsgruppe III (Nn). Zwar ist auch hier die Stufenzahl bei den bespelzten Pflanzen im Durchschnitt etwas

[1]) Wegen des zur Beurteilung der Korrelationen benutzten z = Testes vergleiche man Koller (1940).

Tabelle 5
Kopplung und crossing over zwischen den Genen Kk und $Er_{CP}$ $er_{CP}$ in einer $F_3$-Familie nach Austausch

| | | K $Er_{CP}$ | K $er_{CP}$ | k $Er_{CP}$ | k $er_{CP}$ | n | cr. o. % | $\chi^2$ | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $F_3$-Familie Nr. 384 | gefunden | 54 | 4 | 7 | 13 | 78 | 15,1 ± 2,7 | 0,908 | 0,50—0.30 |
| | erwartet bei freier Spaltung | 43 | 15 | 15 | 5 | | | | |
| | erwartet bei Kopplung u. 15,1 % cr. o. | 53 | 5,5 | 5.5 | 14 | | | | |

Tabelle 6
Korrelation zwischen den Mittelwerten und Standardabweichungen der Stufenzahlen unterhalb und oberhalb des Zentralwertes (25,9) bei 111 $F_3$-Familien

| Standardabweichung | Stufenzahl 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | <25,9 | | >25.8 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,5 | | | | 2 | | | | | | | | | | |
| 1,7 | 2 | | 1 | | 1 | | | | | 2 | 2 | | 1 | |
| 1,9 | | | | 2 | 2 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | | 1 | |
| 2,1 | | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | | | 4 | 1 | 2 | 1 | | 1 |
| 2.3 | | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | | |
| 2,5 | | 1 | | | 2 | | | | 2 | 6 | 1 | | | |
| 2,7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | | | 1 | 2 | 1 | | | |
| 2,9 | | 1 | 1 | 2 | | 3 | | | 2 | 1 | | | | |
| 3,1 | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | |
| 3,3 | | | | 1 | | 1 | | | 4 | | 1 | | | |
| 3,5 | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| 3.7 | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| 3,9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,1 | | | | 1 | | | | | | | | | | |

$r_1 = +0,121$ $r_2 = -0,367$
$z_1 = +0,122$ $z_2 = -0.384$
$z_1 - z_2 = 0,506$ $P \sim 0.01$
1 % Grenze für $D_Z$ bei 0,502

höher als bei den nacktkörnigen, doch ist die Differenz nur klein und statistisch bei weitem nicht gesichert. In diesem Falle bestehen folgende 3 Möglichkeiten: 1. In dem Chromosom III sind bei den Eltern keine die Stufenzahl beeinflussenden verschiedenen Allele vorhanden. 2. Es liegt zwar ein solches Faktorenpaar vor (oder mehrere), aber seine Wirkung ist im Vergleich zu den in I und IV gelegenen nur schwach. 3. Ein Faktorenpaar ist vorhanden, aber mit Nn nur sehr schwach gekoppelt. Welcher der Möglichkeiten der Vorzug zu geben ist, kann erst durch weitere Untersuchungen geklärt werden. Da aber die Zahl der fraglichen Faktoren wahrscheinlich nicht sehr groß ist, halten wir es durchaus für möglich, daß in dem vorliegenden Falle die Stufenzahl nicht durch unterschiedliche Faktoren im Chromosom III variiert wird.

Im Zusammenhang mit der genetischen Analyse der Mehltauresistenz ist natürlich das im Chromosom IV gelegene Faktorenpaar von besonderem Interesse. Man könnte

Tabelle 7

Zusammenstellung der Spindelstufenzahlen verschiedener Genotypen in $F_3$

| | Stufenzahlen | | | | | | | | | | | Zahl der beteiligten $F_2$-Familien | n | $M \pm m$ | $D M_1 - M_2$ | $\frac{D}{m_D}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | | | | | |
| VV, Vv | 1 | 8 | 21 | 83 | 149 | 268 | 337 | 299 | 217 | 79 | 17 | 39 | 1479 | 26,12 ± 0,089 | 2,04 ± 0,169 | 12,01 |
| vv | — | 2 | 23 | 51 | 84 | 137 | 96 | 54 | 26 | — | — | | 467 | 24,08 ± 0,144 | | |
| NN, Nn | — | 10 | 40 | 135 | 248 | 339 | 379 | 333 | 240 | 84 | 9 | 50 | 1817 | 25,62 ± 0,075 | 0,18 ± 0,156 | 1,15 |
| nn | — | 2 | 26 | 57 | 76 | 121 | 128 | 101 | 90 | 32 | 1 | | 634 | 25,44 ± 0,144 | | |
| KK, Kk | 2 | 16 | 37 | 106 | 188 | 339 | 409 | 310 | 222 | 66 | 9 | 53 | 1704 | 25,72 — 0,083 | −0,51 ± 0,162 | 3,15 |
| kk | — | 1 | 9 | 23 | 55 | 109 | 134 | 109 | 80 | 38 | 4 | | 562 | 26,23 ± 0,139 | | |
| $Er_{CP}\,Er_{CP}$ | — | 2 | 6 | 6 | 19 | 45 | 47 | 63 | 56 | 23 | 2 | 26 | 269 | 26,89 ± 0,213 | 0,81 ± 0,244[1]) | 3,32 |
| $Er_{CP}\,er_{CP}$ | 1 | 6 | 11 | 23 | 55 | 87 | 133 | 115 | 93 | 30 | 5 | | 559 | 26,23 ± 0,148 | | |
| $er_{CP}\,er_{CP}$ | — | 2 | 4 | 10 | 32 | 55 | 64 | 43 | 31 | 12 | — | | 253 | 25,73 ± 0,196 | | |

[1]) $M_1$: $Er_{CP}\,Er_{CP}$, $M_2$: $Er_{CP}\,er_{CP} + er_{CP}\,er_{CP}$.

hier den Einwand erheben, daß eine Kopplung zwischen Genen für Mehltauverhalten und Stufenzahl dadurch vorgetäuscht wird, daß die anfälligen Pflanzen als Folge des Befalls Ähren mit weniger Stufen ausbilden als die resistenten. In unserem Falle ist aber dieser Einwand nicht stichhaltig, da im Jahr 1940 nur sehr wenig Mehltau in unseren Versuchsparzellen auftrat. Der geringe Befall stellte sich außerdem erst ziemlich spät, nämlich kurz vor der Blüte, ein, als die Ähren in ihrer endgültigen Ausbildung längst angelegt waren. Wir glauben aber auch, daß selbst bei starkem Befall die genetischen Zusammenhänge — wenigstens bei Sommergerste — nicht verwischt werden, denn selbst der vom Landwirt so gefürchtete Frühbefall tritt erst zu einer Zeit auf, wo die Ähren längst angelegt sind. Die Ertragsminderung durch Mehltaubefall dürfte also nur die Kornausbildung und nicht die Ährchenzahl betreffen. Anders liegen die Verhältnisse natürlich bei Wintergerste. Hier können während des Winters und Vorfrühlings Mehltauschäden auftreten, deren Auswirkung auf die Bildung der Ährenprimordien sehr wahrscheinlich ist.

Die Korrelation zwischen dem Mehltauverhalten ($Er_{CP}$) und der Stufenzahl scheint, wie die $\frac{D}{m_D}$-Werte zeigen, etwas stärker zu sein als die zwischen der Begrannung (K) und der Stufenzahl. Man könnte hieraus den Schluß ziehen, daß das Stufenzahl-Gen dem Gen $Er_{CP}$ etwas näher liegt als dem Gen K. Wir halten aber das bisherige Zahlenmaterial für noch nicht genügend beweiskräftig zur Aufstellung dieser Behauptung.

Noch wesentlich enger sind die Beziehungen zu dem Gen Vv im Chromosom I. Hier beträgt die Differenz zwischen dem Mittelwert aller mehrzeiligen und dem aller nicht mehrzeiligen Pflanzen 2,04 ± 0,169 Stufen.

Die Frage, ob zwischen der Zeiligkeit (Vv) und der Spindelgliedzahl eine absolute Kopplung in dem Sinne besteht, daß mehrzeilige Gersten stets weniger Spindelglieder pro Ähre aufweisen als zweizeilige, ist kürzlich von Tavčar (1938) verneint worden. Er glaubte aus dem Verlauf der Verteilungskurven auf eine relative Häufigkeit von Kopplungsbrüchen schließen zu dürfen. Mittels eines sinnreichen graphischen Verfahrens berechnete er

ein crossing over von 32,94 %. Unser Material läßt sich nicht in der gleichen Weise auswerten, da die Stufenzahlen der $F_2$-Pflanzen nicht ermittelt worden waren. Aus der großen Zahl der $F_3$-Pflanzen können wir aber mit Sicherheit den Schluß ziehen, daß in unserer Kreuzung die Kopplung zwischen VV und einem Gen für Stufenzahl viel enger ist als in den von Tavčar untersuchten Fällen. Unter den 39 in Vv spaltenden $F_3$-Familien findet sich keine einzige, in der die mehrzeiligen Pflanzen eine höhere durchschnittliche Stufenzahl aufweisen als die zweizeiligen. Bei einem Austausch von 32,94 % müßten aber 2 solche Fälle zu erwarten sein. Die Zahl der untersuchten $F_3$-Familien ist freilich zu klein, um aus dem Fehlen solcher Austauschfamilien endgültige Schlüsse zu ziehen. Wichtiger ist eine Betrachtung der einzelnen $F_3$-Pflanzen. Unter diesen befinden sich wiederum keine mehrzeiligen der beiden höchsten Stufenklassen 32 und 34. Alle hierher gehörigen 96 Pflanzen sind zweizeilig. Es ist also in unserem Material bisher noch nicht gelungen, die hohe Stufenzahl der zweizeiligen Sorte CP 127422 mit der Mehrzeiligkeit der Sorte „Nepal" zu vereinigen. Ganz sicher liegt demnach hier im Chromosom I eine viel engere Kopplung vor als bei dem Material Tavčars. Die Verfolgung der Verhältnisse in weiteren Generationen wird über die Natur dieser Kopplung Aufschluß geben.

Rückblickend können wir also feststellen, daß in der untersuchten Kreuzung wenigstens zwei Faktorenpaare an der Bestimmung der Spindelgliedzahl maßgebend beteiligt sind. Eines liegt im Chromosom I, das zweite im Chromosom IV. Ob außerdem noch schwächer wirkende Faktoren eine Rolle spielen, ist vorerst nicht zu entscheiden.

## V. Besprechung der Ergebnisse

Über die zunächst rein genetische Bedeutung der Ergebnisse hinaus ergeben sich einige Folgerungen, die für die praktische Züchtung wichtig sind. Es ist eine bekannte Tatsache, daß die klassische, auf den Mendelschen Gesetzen aufbauende Kombinationszüchtung bei einer Beschränkung auf einheimische, ertragreiche und unseren ökologischen Bedingungen gut angepaßte Linien auf die Einbeziehung mancher wertvollen Eigenschaften verzichten müßte. Die oft empfohlene und wiederholt verwirklichte Verwendung von Primitivformen als Kreuzungspartner, besonders solcher aus den Mannigfaltigkeitszentren, stößt aber auf die Schwierigkeit, daß gleichzeitig mit den erwünschten Eigenschaften sehr zahlreiche unerwünschte in das Kreuzungsprodukt übernommen werden, die nur durch die Aufzucht eines sehr großen Selektionsmaterials oder die wiederholte Anwendung der Rückkreuzungsmethode eliminiert werden können.

Wie groß aber dieser Nachteil zu veranschlagen ist, ist bisher nicht bekannt gewesen. Die Meinungen hierüber gehen dementsprechend weit auseinander, und von einer völligen Ablehnung der Primitivformen als Kreuzungseltern bis zu einer Gleichsetzung für diesen Zweck mit einheimischen Sorten findet man alle Ansichten vertreten.

Unser Material gibt uns die Möglichkeit, zu diesem Problem Stellung zu nehmen, wenn auch eine endgültige Beurteilung des Zuchtwertes von Primitivformen erst auf Grund der Ergebnisse von weiteren Kreuzungen vorgenommen werden kann.

Bei unserer Kapuzengerste „Nepal" handelt es sich um eine typische Primitivform, die, wie eingangs erwähnt, in den Hallischen Zuchtarbeiten Verwendung gefunden hat. Es ist nun die Frage zu erörtern, ob aus unserer Kreuzung, die aber wohlgemerkt nur aus theoretischen Erwägungen und

nicht mit dem direkten Ziel der Schaffung einer leistungsfähigen Sorte durchgeführt wurde, wertvolle Typen ausgelesen werden können, ohne das Selektionsmaterial übermäßig vergrößern zu müssen. Die wertvollsten Eigenschaften der Nepalgerste — Resistenz gegen *Helminthosporium gramineum* und *Ustilago nuda* — konnten allerdings in die Untersuchungen nicht einbezogen werden, da sich die Infektionsmethoden zu ihrer Beurteilung nicht bei genaueren genetischen Analysen verwenden lassen. Aber schon die oben dargestellten, auf den Genen Vv, Nn und Kk beruhenden morphologischen Eigenschaften im Verein mit dem Mehltauverhalten ($Er_{CP}$ $er_{CP}$) und den beiden in den Chromosomen I und IV gelegenen Genen für Spindelstufenzahl geben eine ausreichende Basis für eine methodologische Erörterung des Problems.

Bei der Auslese von Nachkommenschaften des Bastards könnten z. B. folgende 3 verschiedene Zuchtziele verfolgt werden:

1. Einbringung des Faktors für Mehrzeiligkeit (v) in das Erbgut der Sorte CP 127422.

2. Einbringung des Faktors für Nacktkörnigkeit (n) in das Erbgut der Sorte CP 127422.

3. Einbringung des Faktors für Kapuzenbildung (K) in das Erbgut der Sorte CP 127422.

Der Einfachheit halber seien diese 3 Zuchtziele nur einzeln besprochen. Für ihre Vereinigung in eines gelten aber die gleichen Prinzipien.

Zu 1. Aus den dargestellten Ergebnissen geht hervor, daß eine Vereinigung der Mehrzeiligkeit mit dem Typus der CP 127422 offenbar sehr schwer oder gar nicht möglich ist. Selbst bei der Aufzucht sehr großer Nachkommenschaften scheint uns die Selektion mehrzeiliger Typen mit höchster Spindelstufenzahl fraglich. Die Nepalgerste ist also als „Lieferant" für Mehrzeiligkeit ein völlig ungeeigneter Kreuzungspartner.

Zu 2. Im Gegensatz hierzu hat sich gezeigt, daß sich die Nacktkörnigkeit der Nepalgerste ohne weiteres mit der hohen Stufenzahl der Sorte CP 127422 vereinigen läßt. Es sei hier erwähnt, daß wir unter 111 $F_3$-Familien eine gefunden haben (Nr. 437), deren Mutterpflanze sowohl für n, als auch für V und $Er_{CP}$ homozygot war und die außerdem mit 31,83 eine ungewöhnlich hohe mittlere Stufenzahl aufweist, die sogar erheblich über dem Mittelwert für CP 127422 (29,9) liegt (Tab. 8). Ob es sich hierbei um eine Transgression handelt, erscheint uns nach dem einjährigen Ergebnis noch ungewiß, obwohl die Differenz gesichert ist ($\frac{D}{m_D} = 3{,}96$). Eine weitere nacktkörnige Familie (Nr. 464) ist ebenfalls bereits konstant für k und $Er_{CP}$, spaltet jedoch noch in Vv. Mit M = 30,7 liegt sie gleichfalls über dem Mittelwert von CP 127422.

Tabelle 8

Stufenzahlen in 2 $F_3$-Familien mit extrem hohen Mittelwerten

| Nr. | Zeiligkeit | Stufenzahlen | | | | | | | n | M ± m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | | |
| 437 | 2 | 1 | 1 | 5 | 11 | 5 | — | 1 | 24 | 31,83 ± 0,47 |
| 464 | 2 | — | 2 | 10 | 14 | 5 | — | — | 31 | 31,42 ± 0,40 |
| | 4 | 1 | 5 | 6 | — | — | — | — | 12 | 28,83 ± 0,67 |
| | 2 + 4 | 1 | 7 | 16 | 14 | 5 | — | — | 43 | 30,70 ± 0,31 |

Berücksichtigt man nur die zweizeiligen Pflanzen, so erhält man sogar M = 31,42, während die mehrzeiligen Spaltprodukte mit M = 28,83 wiederum stark abfallen (Tab. 8). Diese beiden Beispiele zeigen, daß selbst bei einer Verschiedenheit in wenigstens 6 Genpaaren in relativ kleinem Material die gewünschten Kombinationen gefunden werden können, und daß selbst Schwierigkeiten, die auf der polymeren Struktur gewisser quantitativer Merkmale beruhen, relativ leicht überwunden oder sogar im günstigen Sinne ausgenutzt werden können.

Zu 3. Die Vereinigung des Kapuzenfaktors mit den günstigen Eigenschaften der Sorte CP 127422 macht dagegen wiederum größere Schwierigkeiten. Da $Er_{CP}$ und k lose gekoppelt sind, tritt die Kombination $Er_{CP}K$ selten auf. Immerhin fanden wir eine in Kk und $Er_{CP}\,er_{CP}$ spaltende $F_3$-Familie, deren Mutterpflanze in beiden Chromosomen IV einen Austausch aufgewiesen hatte, so daß die K . $ER_{CP}$-Individuen in der Überzahl waren (Nr. 384, Tab. 5). Eine weitere Komplikation besteht in der Kopplung von $Er_{CP}$ und k mit einem der Faktoren für Stufenzahl. Jedoch ist, wie oben erwähnt, die Kopplung ebenfalls keineswegs absolut. Um hier zum Ziele zu kommen, würde wahrscheinlich eine einmalige Rückkreuzung mit CP 127422 genügen. Hierzu wären zweckmäßig homozygot resistente, kapuzentragende Individuen der Familie 384 zu benutzen.

Wir dürfen nicht unerwähnt lassen, daß ebenso oft, wie durch Kopplungen mehrerer Merkmale Schwierigkeiten auftreten, auch Vorteile aus dieser Erscheinung gezogen werden können. So sind die Kopplungen zwischen Zeiligkeit und Stufenzahl, sowie zwischen Mehltauverhalten, Begrannung und Stufenzahl die Ursache dafür, daß zwei nacktkörnige $F_3$-Familien mit der Kombination 5 erwünschter, auf wenigstens 6 verschiedenen Genen beruhender Merkmale unter 111 Nachkommenschaften gefunden wurden, während erst unter 4096 einmal eine solche zu erwarten ist.

Die Diskussion der Ergebnisse vom Standpunkt der praktischen Züchtung zeigt also, daß der Wert der Primitivformen je nach ihrer genetischen Konstitution und je nach dem Zuchtziel sehr verschieden zu beurteilen ist. Während es in manchen Fällen (S. 520, 1) überhaupt nicht möglich sein wird, das Ziel zu erreichen, sind die Schwierigkeiten in anderen nicht (S. 520, 2) oder nur wenig (S. 520, 3) größer als bei der Kreuzung zweier Zuchtsorten. Es ist also unter keinen Umständen gutzuheißen, wenn von manchen Seiten die Verwendung von Primitivformen ganz verworfen wird. Andererseits muß ihre Benutzung stets mit gewisser Vorsicht erfolgen. Finden sich nicht spätestens in der 4. Generation Anzeichen dafür, daß die gewünschten Kombinationen in den Kreuzungspopulationen vorhanden sind, so wird es gut sein, keine weiteren Kräfte zu verschwenden und zu versuchen, das Ziel auf anderen Wegen zu erreichen. Die Entscheidung, ob in solchen Fällen die Rückkreuzungsmethode Erfolg haben wird, kann mit Sicherheit nur das genetische Experiment liefern. Wir sind uns aber klar darüber, daß die Möglichkeiten hierfür in der praktischen Züchtung im allgemeinen nicht gegeben sind. Um so wichtiger ist die Aufgabe für die Stätten der Züchtungsforschung, durch eine weitere genetische Analyse unserer Hauptkulturpflanzen die Grundlage für eine aussichtsreiche Verwendung der Primitivformen zu schaffen.

## Zusammenfassung

Im ersten Teil der Arbeit wird ein Beitrag zu einer genetischen Analyse des Mehltauverhaltens der Gerste geliefert. An der Kreuzung *H. distichum nutans* „Weihenstephaner Mehltauresistente I CP 127 422" × *Hordeum vulgare* var. *trifurcatum* („Nepal") wird dargetan, daß die Resistenz des ersten Elters gegen die Mehltaurassen 1 und 4 auf nur einem Faktor beruht, der mit dem Allel k des Kapuzenfaktors (K = Kapuze) lose gekoppelt ist. Das Gen, das das Symbol $Er_{CP}$ erhält, liegt also in der Kopplungsgruppe IV. Der Austausch beträgt 15,8%.

Im zweiten Teil wurde die Vererbung der Spindelstufenzahl im Zusammenhang mit dem Mehltauverhalten und 3 verschiedenen morphologischen Merkmalen untersucht. In der vorliegenden Kreuzung wird die Spindelstufenzahl wahrscheinlich nur durch wenige, bestimmt aber durch 2 Faktorenpaare kontrolliert, die im 1. und 4. Chromosom lokalisiert sind.

Die Bedeutung der Befunde für methodologische Fragen der Kombinationszüchtung, vor allem der Benutzung von Primitivformen, wird dargelegt.

## Schrifttum

Bartels, K., 1940, Ztschr. f. indukt. Abst. u. Vererbungslehre **78**, 14—58.
Briggs, F. N., 1935, Jour. Agr. Res. **51**, 245—250.
— — 1938, Americ. Nat. **72**, 34—41.
Briggs, F. N. a. Barry, G. R., 1937, Ztschr. f. Züchtg. A Pflanzenzüchtg. **21**, 75—80.
Briggs, F. N. a. Stanford, E. H., 1939, Journal of Genetics **37**, 107—117
Buckley, G. F. H., 1930, Sci. Agric. **10**, 460—492.
Dietz, S. M., 1930, Jowa. Sta. Coll. Journ. of Sci. **5**, 25—31.
Freisleben, R., 1940, Kühn-Archiv **54**, 295—368.
Gustafsson, A., 1938, Hereditas **24**, 1—37.
— — 1940, Hereditas **27**, 226—242.
Hackbarth, I., u. Sengbusch, R. v., 1934, Züchter **6**, 249—255.
Hoffmann, W., u. Kuckuck, H., 1938, Ztschr. f. Züchtg. A **22**, 271—302.
Honecker, L., 1934, Ztschr. f. Züchtg. A **19**, 577—602.
— — 1937, Phytopathol. Ztschr. **10**, 197—222.
— — 1938, Züchter **10**, 169—181.
Koller, S., 1940, Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Dresden.
Isenbeck, K., u. Hoffmann, W., 1939, Handbuch der Pflanzenzüchtg. Bd. II.
Ludwig, W., u. Freisleben, R., 1942, Ztschr. f. Zücht. A **24**, 523—538.
Mains, E. B., u. Dietz, S. M., 1930, Phytopathology **20**, 229—239.
Mains, E. B., u. Martini, M. L., U. S. Dept. Agr. Techn. Bull. **295**.
Metzger, I., 1941, Diss. Halle.
Robertson, D., Deming, G. W. a. Koonze, D., 1932, Jour. Agr. Res. **44**, 445—466.
Roemer, Th., Fuchs, W., u. Isenbeck, K., 1938, Kühn-Archiv **45**.
Sengbusch, R. v., 1940, Züchter **12**, 149—152.
— — 1940, Forschungsdienst **1**, 1—3.
Tavčar, A., 1938, Ztschr. f. indukt. Abst. u. Vererbungslehre **75**, 106—123.
Tidd, J. S., 1937, Phytopathology **27**, 51—68.
Ubisch, G. v., 1919, Ztschr. f. indukt. Abst. u. Vererbungslehre **20**, 65—117.

Aus dem Zoologischen Institut und dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle/S.

# Über neuere statistische Methoden zur Auswertung von Koppelungsversuchen, vor allem in der Pflanzenzüchtung[1]

Von

**Wilhelm Ludwig**[2] und **Rudolf Freisleben**

(Mit 1 Abbildung)

## a) Einleitung

Die biologische Statistik ist im vorigen wie im Anfange dieses Jahrhunderts in Deutschland arg vernachlässigt worden. Auch die Erbforschung im Mendelschen Sinne hat zunächst auf die statistische Prüfung der Spaltungszahlen fast keinen Wert gelegt, und erst durch die große Verbreitung, die Johannsens „Elemente der exakten Erblichkeitslehre" bei uns fanden, wurde die Notwendigkeit solcher Prüfungen Allgemeingut. Während aber namentlich in den letzten 20 Jahren diese erbstatistischen Methoden immer weiter ausgebaut, verfeinert und oft zugleich auch vereinfacht wurden, sind bei uns vorwiegend noch ziemlich primitive Methoden in Gebrauch, und die oft erheblichen Vorteile, die die modernen Verfahren bieten, sind namentlich in den Kreisen der Pflanzenzüchter noch wenig bekannt geworden.

Die Aufgabe der biologischen Statistik ist ja heute nicht mehr ausschließlich die, irgendwelche Daten hinterher statistisch daraufhin zu prüfen, ob sie eine „gesicherte" Aussage gestatten oder nicht, — vielmehr (und vor allem) soll sie helfen, Versuche zu planen, um Arbeit und Kosten zu sparen: Wenige Vorversuche genügen meist, den zur Gewinnung eines „gesicherten" Wertes oder einer „gesicherten" Aussage notwendigen Versuchsumfang abzuschätzen, so daß dieser weder zu groß noch zu klein ausfällt. Ersteres würde Vergeudung von Arbeit und Kosten bedeuten, im letzteren Falle wäre, wenn der Versuch kein „gesichertes" Ergebnis bringt, ein erheblicher Teil der aufgewendeten Mühe umsonst gewesen.

Wichtig ist zunächst, daß jeder, der eine statistische Methode anwendet, das Prinzip derselben — frei von allem mathematischen Beiwerk — klar erkennt. Denn nicht nur die Hinnahme statistisch nicht geprüfter Versuchsergebnisse kann zu falschen Folgerungen führen, sondern auch die schematische, „rezeptartige" Anwendung vorhandener Methoden auf für sie nicht adäquates Material. Vielfach erübrigt sich ferner eine statistische Prüfung überhaupt, — immer dann, wenn die „Sicherheit" des Ergebnisses auch ohne sie deutlich erkennbar ist.

Anlaß zu diesem Aufsatz gaben die in der vorausgehenden Arbeit von Freisleben und Metzger durchgeführten Erbanalysen einiger züchterisch

[1] Zugleich Anhang zur vorausgehenden Arbeit von Freisleben und Metzger.
[2] Z. Zt. bei der Luftwaffe.

wichtigen Eigenschaften der Gerste, in der gewisse Methoden der Koppelungsanalyse Anwendung fanden. Wenn im folgenden nicht Beispiele dieser Arbeit benutzt werden, so ist der Grund allein didaktischer Art. Denn die Technik einer Methode läßt sich meist an Versuchen kleinen Umfangs leichter erörtern. Ferner sei betont, daß die im folgenden skizzierten Verfahren nur die Koppelungsanalyse betreffen, also nur einen Ausschnitt aus den für den Pflanzenzüchter einschlägigen statistischen Methoden darstellen, und zum anderen, daß im wesentlichen nur jene Methoden gebracht werden, die für die Pflanzenzüchtung in Betracht kommen. Jene Verfahren, die z. B. für die Koppelungsanalyse bei sehr geringem Datenumfang, bei totaler oder partieller Geschlechtsgebundenheit, bei unbekanntem Genotypus eines Elters usw. erarbeitet worden sind und die bisher fast ausschließlich für die Humangenetik Bedeutung haben, können hier unberücksichtigt bleiben.

Das deutsche Schrifttum über moderne biologische Statistik liegt noch im argen. Die Fertigstellung eines „Taschenbuches der modernen biologisch-statistischen Methoden usw." eines der Verf. (L.) wurde, wiewohl zu Kriegsbeginn großenteils fertig, durch die Zeitverhältnisse behindert. Die folgenden Abschnitte stellen zum Teil wörtliche Abdrucke aus dem Manuskript dieses Taschenbuches dar. — Über das Grundsätzliche der biologischen Statistik unterrichtet z. B. Ludwig (1941). Eine gedrängte Zusammenfassung aller wichtigen Verfahren zur statistischen Koppelungsanalyse stammt von Mather (1938); sie setzt allerdings nicht geringe Vorkenntnisse theoretisch-statistischer Art voraus, auch ist ihr Studium durch zahlreiche sinnstörende Druckfehler (vor allem in den Formeln) erschwert. Auf die Abschnitte von Tedin und Isenbeck im „Handbuch für Pflanzenzüchtung" sei ferner besonders hingewiesen.

### b) Die Wahrscheinlichkeit P

Die meisten der im folgenden genannten statistischen Methoden zur Koppelungsanalyse basieren auf dem $\chi^2$-Verfahren, einer Methode, die innerhalb der biologischen Statistik immer mehr Anwendungsmöglichkeiten findet. Bevor wir darauf eingehen, muß der Begriff der Wahrscheinlichkeit P erklärt werden.

Irgendein in Zahlen wiedergebbares Versuchs- oder Beobachtungsergebnis kann im Rahmen der bekannten Umstände als plausibel erscheinen oder nicht. Im letzteren Falle wird man auf „störende Ursachen" schließen. Daß jemand zweimal hintereinander eine 6 würfelt, kommt öfter vor und ist durchaus plausibel. Würfelt er aber 20mal eine 6, so beträgt die Wahrscheinlichkeit eines solchen Ergebnisses nur $0{,}27 \times 10^{-15}$ oder 1 : 3700 Billionen, und man wird schließen, daß entweder ein ganz extrem seltener Zufall vorliegt, oder daß der Würfel falsch war bzw. der Spieler nicht einwandfrei gewürfelt hat. (Dies eben wären die störenden Ursachen.) Erwartet man aus einer Mendelspaltung das Verhältnis 3 : 1 und erhält z. B. 93 : 28, so wird man dieses empirische Verhältnis wohl in Ordnung finden, wiewohl es 3,3 : 1 statt 3 : 1 beträgt. Bei einem Versuchsergebnis von 4000 : 1000 wird man aber vermuten, daß entweder keine 3 : 1-Spaltung statthat (daß also diese vermutete „Nullhypothese" falsch ist) oder daß das 3 : 1-Ergebnis von störenden Ursachen überlagert ist, z. B. von verminderter Lebensfähigkeit der rezessiven Klasse, — wiewohl in sehr geringer Häufigkeit (1 : 800 Billionen) auch bei 3 : 1 rein zufallsmäßig ein Spaltungsverhältnis 4000 : 1000 möglich wäre. Wo liegt nun die Grenze, von der ab man ein empirisches Ergebnis, das von

einem theoretisch erwarteten abweicht, nicht mehr als zufallsmäßig „möglich", sondern durch „störende" Ursachen bedingt ansehen soll? Diese Frage ist nur durch Konvention zu beantworten. In der modernen biologischen Statistik hat man sich in den meisten Fällen auf eine Wahrscheinlichkeit P = 0,01 (= 1%) geeinigt („Grenzwahrscheinlichkeit"). Weicht ein empirisches Ergebnis von einem theoretisch erwarteten nur in solchem Maße ab, daß es in 1% (oder mehr) der Fälle rein zufallsmäßig zustande kommen könnte, so gilt es als der Theorie noch nicht widersprechend, die Abweichung von der Theorie („Nullhypothese") also nicht „gesichert". Weicht es stärker ab, so gilt die Abweichung zwischen Theorie und Erfahrung als „gesichert". Man muß nur immer bedenken, daß es sich bei dieser Grenzwahrscheinlichkeit um eine Übereinkunft und beim Überschreiten derselben um einen allmählichen Übergang handelt.

Bisweilen, z. B. bei der Varianzanalyse oder gerade bei einem Teil der Koppelungsmethoden, begnügt man sich allerdings mit Grenzwahrscheinlichkeiten von P = 0,05, d. h. man hält eine Abweichung bereits dann für statistisch „gesichert", wenn sie in weniger als 5% aller Fälle zufallsgemäß erwartet werden dürfte. Anderseits sind manchmal, aber selten, stärkere Sicherungen, z. B. P ≈ 0,001 (= 0,1%) erwünscht. Die übliche Gepflogenheit, die Differenz zweier Mittelwerte (z. B. eines theoretischen und eines empirischen) als „gesichert" anzusehen, wenn sie das Dreifache ihres mittleren Fehlers übersteigt, entspricht einer Grenzwahrscheinlichkeit von P = 0,0027; umgekehrt entspricht P = 0,01 dem 2,58 fachen (statt dem 3 fachen) des mittleren Fehlers. Das Wort „gesichert" ist stets als spezieller Fachausdruck zu verstehen und hat mit „sicher" nichts zu tun.

### c) Das Grundsätzliche der $\chi^2$-Methode

Die $\chi^2$-Methode dient zunächst dem Vergleiche zwischen erwarteten und und beobachteten Absolutzahlen und liefert ein Maß für die Güte der Übereinstimmung beider ("test of goodness of fit"). Beispiel: In der $F_2$ einer Kreuzung rot × weiß, mit intermediärer Ausprägung der Heterozygoten, ist das Verhältnis 1 rot : 2 rosa : 1 weiß zu erwarten. Ein Versuch vom Umfange 564 liefere die Zahlen a in Tabelle 1; zu erwarten sind die Zahlen t derselben Tabelle.

Tabelle 1

| | a | t | a—t | (a—t)²/t |
|---|---|---|---|---|
| Rot | 132 | 141 | — 9 | 0,574 47 |
| Rosa | 291 | 282 | + 9 | 0,287 23 |
| Weiß | 141 | 141 | 0 | 0,000 00 |
| Summe | 564 | 564 | 0 | 0,861 70 = $\chi^2$ |

Nach dem $\chi^2$-Verfahren bildet man die Differenzen a—t, quadriert jede derselben und dividiert dann durch den zugehörigen theoretischen Wert t. Die Summe dieser Quotienten ist die gesuchte Zahl $\chi^2$, in unserem Beispiel also gleich[1]) 0,86170. Jetzt zieht man eine $\chi^2$-Tafel zu Hilfe,[2]) wie sie sich in

[1]) Sämtliche Berechnungen sind mit Rechenmaschine ausgeführt. Die Genauigkeit der Ergebnisse ist daher meist übertrieben.

[2]) Zum Beispiel bei Anderson (S. 101/102), Brieger (S. 1229), Fisher (1936a), Mather, Tedin (S. 370).

jedem modernen Lehr- oder Taschenbuch der Statistik findet. Um mittels derselben zu dem errechneten $\chi^2$ jene Wahrscheinlichkeit P zu erhalten, die das gesuchte Maß für die Güte der Übereinstimmung darstellt benötigt man noch die Zahl der „Freiheitsgrade" (FG). In unserem Falle wurden 3 theoretische mit 3 empirischen Werten verglichen. Von letzteren konnten 2 beliebig ausfallen, der dritte aber nicht; denn er muß mit den beiden anderen stets die Summe 564 geben. Die Zahl der Freiheitsgrade beträgt also $3 - 1 = 2$. Allgemein ist für Beispiele der obigen Art, wenn n Wertepaare verglichen werden, $FG = n - 1$.

Für $FG = 2$ läßt sich nun aus der $\chi^2$-Tafel ablesen, daß zu $\chi^2 = 0{,}86170$ ein P-Wert zwischen 0,60 und 0,70 gehört. Eine genauere Berechnung (durch Interpolation) ist in der Regel unnötig; die Angabe „$P = 0{,}60 - 0{,}70$" oder „$P > 0{,}60$" genügt. Was bedeutet nun dieser P-Wert? Man denke sich eine große Urne mit sehr vielen — z. B. 1 Million — Kugeln, die im Verhältnis 1 : 2 : 1 rot, rosa, weiß gefärbt und gut durchmischt sind. Man ziehe aus ihr eine „Probe" von 564 Stück. Nur höchst selten wird diese die ideale Zusammensetzung 141 : 282 : 141 zeigen; meist wird das empirische Verhältnis vom idealen ± abweichen, und sehr starke Abweichungen (z. B. 4 : 0 : 560) werden extrem selten sein. Die Häufigkeiten, in denen Abweichungen bestimmten Ausmaßes rein zufallsmäßig zu erwarten sind, lassen sich nun theoretisch berechnen, das Ergebnis dieser Rechnung ist die $\chi^2$-Tafel. Die aus ihr ablesbare Größe P zeigt an, wie oft sich Abweichungen des erhaltenen oder eines noch größeren Ausmaßes rein zufallsmäßig ereignen werden.

Im obigen Falle war $P > 0{,}60$ erhalten worden. In mehr als 60% der Fälle werden also zufällige Abweichungen dieses Ausmaßes zu erwarten sein, das empirische Ergebnis ist mit der Erwartung völlig im Einklang. Hätte sich $P < 0{,}01$ ergeben, so würden Abweichungen dieses Ausmaßes höchstens einmal unter 100 Fällen zu erwarten sein, und nach den Ausführungen des vorangehenden Abschnitts würde man auf störende Ursachen schließen. Wäre schließlich das erhaltene P sehr groß ausgefallen, z. B. $> 0{,}999$, so wäre ein solches Ergebnis bereits wieder bedenklich, da es allzu gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung besagt: nur einmal unter 1000 Fällen würde sich zufallsmäßig eine so gute Übereinstimmung ergeben! Hier liegt dann stets der Verdacht auf Rechen- oder auf methodische Fehler oder auf Fälschung der Daten vor, doch ereignet sich derartiges nur bei sehr großen Kollektiven.

### d) Vorbemerkungen zur $\chi^2$-Prüfung bei Verdacht auf Koppelung

Bei Fehlen von Koppelung und sonstigen störenden Ursachen wäre aus einer dihybriden $F_2$-Kreuzung das Phänotypenverhältnis 9 : 3 : 3 : 1 zu erwarten. Ergäbe nun ein Versuch das Verhältnis (Absolutzahlen)

$$92 : 12 : 14 : 10, \quad N = 128, \tag{1}$$

welches von 9 : 3 : 3 : 1 offensichtlich abweicht, so könnte man zunächst mittels $\chi^2$- prüfen versuchen, ob diese Abweichung „gesichert" ist, d. h. ein $P < 0{,}01$ ergibt. Die theoretischen Zahlen wären 72 : 24 : 24 : 8 ($N = 128$) man erhielte ein $\chi^2 = 16{,}222$ und wegen $FG = 4 - 1 = 3$ ein $P < 0{,}01$, somit gesicherte Abweichung von 9 : 3 : 3 : 1. Indes darf hieraus noch nicht auf Koppelung geschlossen werden. Zwar stimmt das Ergebnis (1) mit freimendelndem Erbgang nicht überein, doch können die Störungen außer durch Koppelung auch durch andere Ursachen bewirkt sein — von denen die wesentlichsten hier in Betracht kommenden sind:

α) Heterogenität der Versuchsdaten,
β) Störung der Einzelspaltungen.
Wir betrachten die erste Möglichkeit in Abschnitt e, die zweite in Abschnitt f.

### e) Die $\chi^2$-Methode als Test auf Heterogenität der Versuchsdaten

Versuchsdaten, die einer statistischen Prüfung unterzogen werden sollen, haben meist größeren Umfang und setzen sich daher in der Regel aus den Ergebnissen mehrerer Einzelversuche zusammen. Sehr häufig, so auch in der Arbeit von Freisleben u. Metzger (Tab. 1), werden z. B. mehrere $F_1$- oder $F_2$-Nachkommenschaften zusammengefaßt. Soll nun nur das Gesamtergebnis statistisch beurteilt werden, so ist hierfür Voraussetzung, daß die Daten der Einzelversuche ein homogenes Material darstellen, d. h. daß sie nicht mehr voneinander abweichen, als zufallsmäßig zu erwarten ist. In Wirklichkeit — etwa bei Koppelungsversuchen — kann es aber vorkommen, daß infolge von Mutation, von Versuchsfehlern, von Fehlklassifikationen eines Elters wegen Nichtmanifestation eines Gens usw., eine oder einige Nachkommenschaften stark aberrante Ergebnisse liefern, die mit denen der übrigen Versuche nicht „zusammengeworfen" werden dürfen. Ebenso ist es nicht ohne weiteres erlaubt, Daten verschiedener Autoren oder Auszählungen verschiedener Mitarbeiter zusammenzuwerfen. Bevor man solches tut, muß man sich vergewissern, daß alle Daten ein homogenes Material bilden, und die Möglichkeit, hierauf exakt zu prüfen, liefert gleichfalls die $\chi^2$-Methode. Ist nämlich das Gesamtmaterial homogen, so dürfen die Daten der Einzelversuche vom Durchschnitt nicht mehr abweichen als zufallsmäßig erlaubt ist. Man kann also die Durchschnittswerte als „theoretische Werte t" zugrunde legen und die Werte der Einzelversuche auf ihre Abweichung davon prüfen. Wie dies im einzelnen geschieht, mögen die beiden folgenden Beispiele zeigen:

1. Beispiel: Ein 2-Gen-Koppelungsversuch wurde in 4 Serien in verschiedener Versuchsanordnung ausgeführt[1]. Das Ergebnis zeigt Tabelle 2 (links). Gesamtumfang aller 4 Serien 15 621 Individuen. Die Originalwerte bilden eine „Tafel" von $m = 4$ Zeilen und $k = 4$ Spalten, also eine $m \times k$-, im besonderen eine $4 \times 4$-Tafel.

Tabelle 2

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 2 936 | 109 | 280 | 17 | 3 342 | 2 862,1 | 136,5 | 321,6 | 21,8 |
| II. | 2 501 | 137 | 339 | 31 | 3 008 | 2 576,1 | 122,9 | 289,4 | 19,6 |
| III. | 4 168 | 158 | 423 | 25 | 4 774 | 4 088,5 | 195,0 | 459,3 | 31,2 |
| IV. | 3 773 | 234 | 461 | 29 | 4 497 | 3 851,3 | 183,6 | 432,7 | 29,4 |
| | 13 378 | 638 | 1503 | 102 | 15 621 | 13 378,0 | 638,0 | 1503,0 | 102,0 |

Wir betrachten den Wert der 1. Zeile und 1. Spalte, also 2936. Bei Homogenität aller Daten muß sich der ihm entsprechende „theoretische Wert" t aus der Gleichung $t : 3342 = 13\,378 : 15\,621$ berechnen, d. h. es muß sich t zum Umfang dieses Versuchs verhalten wie der entsprechende Summenwert aller 4 Versuche zum Gesamtumfang derselben. Als t ergibt sich dann 2862,1. Die übrigen 15 theoretischen Werte, in Tabelle 2 (rechts) aufgeführt, berechnen sich entsprechend. Die Einzel-$\chi^2$ erhält man wieder nach der Formel $(a-t)^2/t$, also z. B. für den ersten Wert der Tabelle 2: $(2936 - 2862{,}1)^2/2862{,}1 = 1{,}907$. Addition aller 16 Einzel-$\chi^2$ liefert das Gesamt-$\chi^2$

[1] Die weiteren Einzelheiten haben hier kein Interesse.

50,244. Die Zahl der Freiheitsgrade beträgt für eine $m \times k$-Tafel $(m-1)(k-1)$, im vorliegenden Falle also $(4-1)(4-1) = 9$. (Denn für jede Zeile kommt der unter Einbeziehung derselben berechnete Durchschnittswert in Abzug.) Für $\chi^2 = 50{,}244$ und FG = 9 liefert die $\chi^2$-Tafel ein $P < 0{,}01$; also Material heterogen!

Nach dem Muster dieses Beispiels wurden in der vorausgehenden Arbeit von Freisleben und Metzger die Versuchsserien der Tabelle 1 geprüft. Die erste Serie — aus 10 Einzelversuchen zu je 3 Klassen bestehend — liefert z. B. eine $10 \times 3$-Tafel, die Zahl der FG beträgt $(10-1) \times (3-1) = 18$, usw.

Wie aus unserem Beispiel hervorgeht, ist die zu einer solchen Homogenitätsprüfung nötige Rechenarbeit nicht eben gering: zunächst Ermittlung der mk theoretischen Werte, dann ebensovieler $\chi^2$-Werte usw. Deshalb nimmt man solche Prüfungen im allgemeinen nur vor, wenn entweder Verdacht auf Heterogenität vorliegt, oder wenn man vorsichtigerweise an einigen (anfänglichen) Versuchen die vermutete Homogenität bestätigen will.

Erweist sich das Material als homogen, so darf man die Einzelversuche zusammenwerfen und die Gesamtwerte weiteren statistischen Betrachtungen zugrunde legen. Bei Heterogenität ist dies nicht mehr zulässig. Es gibt dann zwei Möglichkeiten. Entweder erscheint das Material sozusagen „gleichmäßig heterogen“ — dann ist und bleibt es unbrauchbar —, oder es fallen z. B. von 10 Versuchen nur einer oder zwei aus der Reihe (die dann bei Durchsicht der Einzeldaten meist leicht erkennbar sind), dann darf man diese ausschalten und mit den restlichen Versuchen weiterrechnen, falls sich diese (bei nochmaliger Prüfung) als homogen erweisen. Ein Beispiel dieser Art ist das folgende (Beispiel 2), das zugleich noch etwas weiteres zeigt: die Vereinfachung der Rechenarbeit bei Prüfung auf Homogenität, falls eine $m \times 2$- oder eine $2 \times k$-Tafel vorliegt.

2. Beispiel. Ein Kreuzungsversuch, aus 4 Nachkommenschaften bestehend, liefert in der $F_2$ an Stelle 3 : 1 das Verhältnis 477 : 121 = 3,93. Man prüft, ob das Material homogen ist, und erhält nach der bisherigen Methode: $4 \times 2$-Tafel, $\chi^2 = 22{,}61$, 3 FG, $P < 0{,}01$, also heterogen. Eine kurze Durchsicht zeigt, daß die dritte Nachkommenschaft am stärksten aus der Reihe fällt. Man schaltet sie aus. Das Gesamtverhältnis lautet dann 331 : 109 = 3,04, und eine (kaum nötige) Homogenitätsprüfung ($3 \times 2$-Tafel) liefert bestätigend $\chi^2 = 1{,}175$ und $P > 0{,}50$.

| lang | kurz | | lang | kurz | |
|---|---|---|---|---|---|
| 112 | 43 | 155 | $b_1$ | $c_1$ | $T_1$ |
| 76 | 22 | 98 | $b_2$ | $c_2$ | $T_2$ |
| 146 | 12 | 158 | $b_3$ | $c_3$ | $T_3$ |
| 143 | 44 | 187 | $b_m$ | $c_m$ | $T_m$ |
| 477 | 121 | 598 | $T_b$ | | $T$ |

Bei einer solchen $m \times 2$-Tafel (die in obiger Tab. rechts allgemein wiedergegeben ist) läßt sich nun das Homogenitäts-$\chi^2$ mit Hilfe einer einzigen, der sogenannten Brandt-Snedecor-Formel, ermitteln. Sie lautet (man vergleiche die Bezeichnungen in obiger Tab. rechts):

$$\chi^2 = \frac{T^2}{T_b\, T_c}\left\{\left[\frac{c_1^2}{T_1} + \frac{c_2^2}{T_2} + \cdots + \frac{c_m^2}{T_m}\right] - \frac{T_c^2}{T}\right\};\ \text{FG} = m - 1. \qquad (2)$$

Für unser Beispiel erhält man

$$\chi^2 = \frac{598^2}{477 \times 121}\left\{\left[\frac{43^2}{155} + \frac{22^2}{98} + \frac{12^2}{158} + \frac{44^2}{187}\right] - \frac{121^2}{598}\right\} = 22{,}609,$$

also den gleichen Wert wie oben. — Für eine $2 \times k$-Tafel, die also aus 2 Zeilen zu k-Spalten besteht (z. B. Vergleich von 2 Nachkommenschaften,

deren jede in 4 Klassen aufspaltet), gilt grundsätzlich die gleiche Formel, die man sich nur „um 90° gedreht" denken muß.

Für eine 2 × 2-Tafel (Bezeichnungen in Tab. 3), die später noch Verwendung finden wird, vereinfacht sich Formel (2) zu

$$\chi^2 = \frac{(ad - bc)^2 . N}{(a + b)\ (c + d)\ (a + c)\ (b + d)};\ FG = 1. \tag{3}$$

Tabelle 3

| a | b | a + b |
|---|---|---|
| c | d | c + d |
| a + c | b + d | N |

Beispiele auf S. 534. Eine solche Tafel ist äquivalent dem Vergleiche zweier empirischer Häufigkeiten $[a/(a + b), c/(c + d)]$, wie ja überhaupt die $\chi^2$-Methode nichts anderes darstellt als die Erweiterung der gewöhnlichen Fehlerrechnung auf den Fall mehrerer zu vergleichender Häufigkeiten.

Allgemein muß zur $\chi^2$-Methode noch bemerkt werden, daß man 1. nur Absolutzahlen vergleichen darf, nicht also z. B. erwartete und beobachtete Spaltungszahlen, die in Prozenten ausgedrückt sind, und 2. daß keine theoretische Zahl (und hierunter fällt bei Homogenitätsprüfung der Durchschnitt) $< 5$ sein soll. Ist letzteres innerhalb einer m × k-Tafel doch einmal der Fall, so hat Nichtberücksichtigung dieses Umstands auf das Resultat noch wenig Einfluß. Erst dann würde das erhaltene P ungenau werden, wenn solch kleine Zahlen öfter vorkämen. Bei der Koppelungsanalyse wird sich derartiges meist dann ereignen, wenn eine Nachkommenschaft ausnahmsweise aus sehr wenig Individuen besteht[1]. Man wird diese Nachkommenschaft dann entweder überhaupt ausschalten oder sie bei den statistischen Berechnungen zum Teil ignorieren, — im letzteren Falle allerdings vorausgesetzt, daß ihre Klassenwerte mit dem Durchschnitt ungefähr übereinstimmen. Sind hingegen nur die Werte einer Klasse durchweg sehr niedrig, so wird man diese mit einer der beiden Nachbarklassen vereinigen. Für die 2 × 2-Tafel, zum Teil auch für die m × 2- und 2 × k-Tafel, gibt es besondere Korrekturmethoden. Sie anzuführen lohnt sich hier kaum, da in der Pflanzenzüchtung (etwa im Gegensatz zur Humangenetik) Versuche mit sehr kleinem Zahlenmaterial kaum vorkommen.

## f) Die Prüfung auf Koppelung mittels $\chi^2$. Grundsätzliches. Die $\chi^2$-Zerlegung

Vorbemerkung: Im folgenden betrachten wir die Allelenpaare Aa und Bb und setzen vollständige Dominanz voraus. Die Phänotypen werden durch Fettbuchstaben (**A**, **a**, **B**, **b**) bezeichnet.

Erwartet man in der $F_2$ bei Fehlen von Koppelung das Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1, erhält aber z. B. in einem Versuch

$$\mathbf{AB} : \mathbf{Ab} : \mathbf{aB} : \mathbf{ab} = N_1 : N_2 : N_3 : N_4 = 334 : 33 : 59 : 67;\ N = 493, \tag{4}$$

so liegt zweifellos eine starke Abweichung von der freien Aufspaltung vor. Die statistische Sicherheit dieser Abweichung könnte man durch eine $\chi^2$-Rechnung erweisen, wie sie in Tabelle 4 aufgeführt ist. Sie liefert ein $\chi^2$, das wir Total-$\chi^2$ oder $\chi^2_t$ nennen, von der Größe 92,710, und wegen FG = 3 erwartungsgemäß ein $P < 0{,}01$. Aber selbst der wenig Geübte wird diese Rechnung unterlassen, da sie wegen der offensichtlich starken Diskrepanz zwischen erwarteten und beobachteten Werten entbehrlich ist.

[1]) Aus diesem Grunde wäre z. B. in der Tabelle 4 bei Freisleben und Metzger, wo bei einer Koppelungsanalyse 21 Familien zusammengezogen wurden, eine $\chi^2$-Berechnung sinnlos gewesen, denn die kleinsten der zu erwartenden Klassen waren hier je Familie fast stets $< 5$.

Tabelle 4

| a | t | a—t | (a—t)² | (a—t)²/t |
|---|---|---|---|---|
| 334 | 277,32 | 56,68 | 3212,6224 | 11.584 |
| 33 | 92,44 | 59,44 | 3533,1136 | 38.220 |
| 59 | 92,44 | 33,44 | 1118,2336 | 12,096 |
| 67 | 30,81 | 36.19 | 949.2561 | 30.810 |
| 493 | 493,01 | | | $92{,}710 = \chi_t^2$ |

Der erhaltene kleine P-Wert (der hier also nur aus didaktischen Gründen berechnet wurde) besagt, daß eine gesicherte Abweichung vom 9 : 3 : 3 : 1-Verhältnis vorliegt, er besagt aber nicht, daß sie durch Koppelung bedingt ist. Denn es gibt (neben dem Zufall) 3 mögliche Ursachen, die das 9 : 3 : 3 : 1-Verhältnis stören können:

1. gestörte Einzelspaltung **A** : **a**,
2. gestörte Einzelspaltung **B** : **b**,
3. Koppelung.

Gleichgültig, ob Koppelung vorliegt oder nicht, muß sich ja bei ungestörten Einzelspaltungen verhalten

$$(\mathbf{AB} + \mathbf{Ab}) : (\mathbf{aB} + \mathbf{ab}) = (N_1 + N_2) : (N_3 + N_4) = 3 : 1 \text{ und} \qquad (5a)$$
$$(\mathbf{AB} + \mathbf{aB}) : (\mathbf{Ab} + \mathbf{ab}) = (N_1 + N_3) : (N_2 + N_4) = 3 : 1. \qquad (5b)$$

Ist aber z. B. die Lebensfähigkeit der **a**-Individuen vermindert, entstehen z. B. aus einem Teile der aa-Zygoten keine Samen, so wird sich in (5a) statt 3 : 1 vielleicht 4 : 1 oder 5 : 1 ergeben. Das in der Tabelle 4 errechnete $\chi_t^2$ zeigt nun nur an, daß das Verhältnis (4) von 9 : 3 : 3 : 1 signifikant[1]) abweicht, nicht aber, aus welchem Grunde. Nun sind die drei möglichen ein solches Verhältnis störenden Ursachen voneinander unabhängig. Sie können alle drei am Werke sein, und sind es auch oft, da leichte Störungen der Einzelspaltungen ja fast immer vorliegen (wenn auch vom Zufall überdeckt). Jede der drei Ursachen ist für einen Teil der Abweichungen verantwortlich, und die Größe $\chi_t^2$ besitzt (ähnlich wie auch die Varianz $\sigma^2$) die günstige Eigenschaft, sich in 3 entsprechende Komponenten zerlegen zu lassen:

$$\chi_t^2 = \chi_A^2 + \chi_B^2 + \chi_K^2. \qquad (6)$$

Die Berechnungsformeln für diese Teil-$\chi^2$ sind verschieden, je nachdem es sich um eine $F_2$ aus Geschwisterpaarung bzw. $F_1$-Selbstung handelt (AaBb × AaBb) oder um eine Rückkreuzung (AaBb × aabb)[2]).

Sie lauten:

| Rückkreuzung | Geschwisterpaarung |
|---|---|
| $\chi_A^2 = (N_1 + N_2 - N_3 - N_4)^2 : N$ | $\chi_A^2 = (N_1 + N_2 - 3N_3 - 3N_4)^2 : 3N$ (7) |
| $\chi_B^2 = (N_1 - N_2 + N_3 - N_4)^2 : N$ | $\chi_B^2 = (N_1 - 3N_2 + N_3 - 3N_4)^2 : 3N$ |
| $\chi_K^2 = (N_1 - N_2 - N_3 + N_4)^2 : N$ | $\chi_K^2 = (N_1 - 3N_2 - 3N_3 + 9N_4)^2 : 9N.$ |

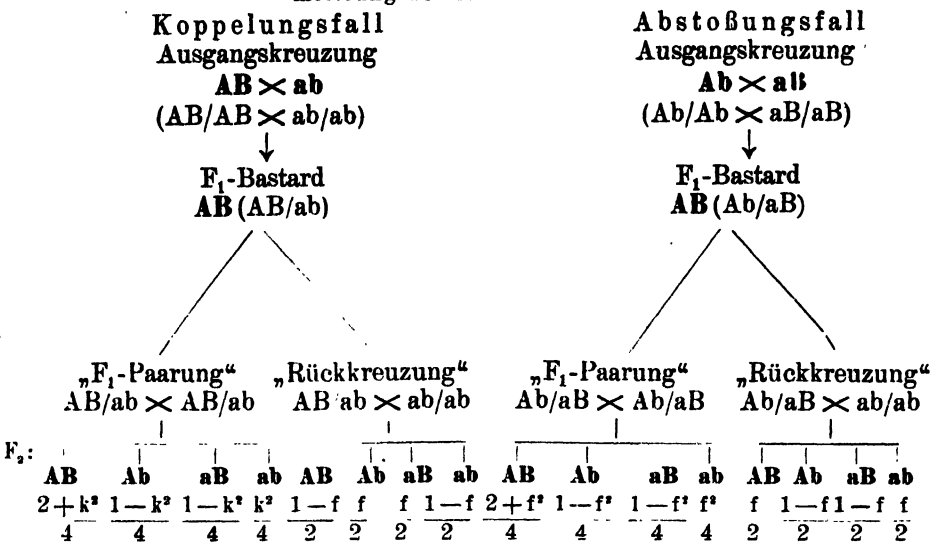
Zu jedem dieser Teil-$\chi^2$ gehört 1 FG, und der einzige Unterschied in der weiteren Auswertung derselben gegenüber der Homogenitätsprüfung besteht darin, daß man hier herkömmlicherweise und mit gewisser Berechtigung bereits bei $P < 0{,}05$ auf Störung einer Einzelspaltung bzw. auf Bestehen einer Koppelung schließt, während dort erst bei $P < 0{,}01$ auf Störung der

---

[1]) „signifikant" bedeutet dasselbe wie „gesichert" (vgl. S. 525).

[2]) Der 3. mögliche Fall AaBb × Aabb oder AaBb × aaBb, „gemischter Typ" oder „einfache Rückkreuzung" (im Gegensatz zur „doppelten") genannt, ist sehr selten und kommt in der Pflanzenzüchtung kaum vor. Formeln z. B. bei Mather (1938).

Schema der wichtigsten Kreuzungstypen zur Prüfung auf Austausch und Ermittlung des Austauschwertes




Fett gedruckt: die Phänotypen. In der letzten Zeile die Häufigkeiten der 4 Phänotypen-Klassen. f = Austauschwert, k = Koppelungswert.

Homogenität geschlossen wurde. Der Hauptgrund hierfür liegt darin, daß bei der Koppelungsanalyse größere Vorsicht, die nicht schaden kann, geraten erscheint.

Die Verfahren zur Prüfung auf Koppelung lassen sich jetzt — unter Verweis auf die folgenden Beispiele — in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Ergibt eine grobe Überprüfung[1]), daß keine der beiden Einzelspaltungen gestört ist, und weicht das $F_2$-Verhältnis stark von dem reinen Mendelverhältnis ab, so ist eine $\chi^2$-Prüfung überhaupt nicht nötig. Die Austauschwerte berechnen sich nach den Formeln des Abschnitts g.

2. Ergibt eine grobe Prüfung, daß keine Einzelspaltung gestört ist, und weicht das $F_2$-Verhältnis mäßig von dem reinen Mendelverhältnis ab, so genügt es, $\chi^2_K$ zu berechnen. Liefert dieses ein $P < 0{,}05$, so liegt Koppelung vor. Berechnung der Austauschwerte nach Abschnitt g.

3a. Ist die Störung der Einzelspaltungen mäßig, so treten $\chi^2_A$, $\chi^2_B$ und $\chi^2_K$ in Kraft. Erweist sich keine Einzelspaltung als signifikant gestört (liefern also $\chi^2_A$ und $\chi^2_B$ ein $P > 0{,}05$), so entscheidet $\chi^2_K$ über Koppelung. Austauschwertberechnung wieder nach Abschnitt g.

3b. Erweist sich mindestens eine Einzelspaltung als signifikant gestört, dann entscheidet $\chi^2_K$ nicht mehr über das Bestehen von Koppelung (man braucht es also nicht zu berechnen), vielmehr treten die Verfahren des Abschnitts h in Kraft.

4. Erweist sich nach grober Prüfung mindestens eine Einzelspaltung als grob gestört, so erübrigt sich die Berechnung der $\chi^2$-Werte überhaupt. Man geht sofort zu den Verfahren des Abschnitts h über.

[1]) Vgl. hierzu die folgenden Beispiele.

In summa folgt also, daß man das $\chi_t^2$ (S. 529) überhaupt nie berechnet. Selbst im Falle 2 ist $\chi_K^2$ dem $\chi_t^2$ vorzuziehen, da es die größere Information liefert (vgl. Beispiel 4).

Vor den eigentlichen Beispielen sei folgender schematischer Fall betrachtet, der sich auf eine Rückkreuzung (1:1:1:1) bezieht:

| A-Spaltung | B-Spaltung | Koppelung | AB : Ab : aB : ab | $\chi_t^2$ | $\chi_A^2$ | $\chi_B^2$ | $\chi_K^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| normal | normal | nein | 100 : 100 : 100 : 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| gestört | normal | nein | 100 : 100 : 20 : 20 | 106,7 | 106,7 | 0 | 0 |
| normal | gestört | nein | 100 : 20 : 100 : 20 | 106,7 | 0 | 106,7 | 0 |
| normal | normal | ja | 100 : 20 : 20 : 100 | 106,7 | 0 | 0 | 106,7 |

Bei gestörter Einzelspaltung ist angenommen, daß die Häufigkeit der rezessiven Klassen auf 1/5 vermindert ist; bei Koppelung ist ein Austauschwert von 1/6 = 16,67 % zugrunde gelegt. Die $\chi^2$-Werte sind nach den Formeln (7) berechnet. Man erkennt, daß das in den 3 letzten Fällen gleichgroße $\chi_t^2$ einmal nur auf Störung der einen, einmal nur auf Störung der anderen Spaltung, das letzte Mal nur auf Koppelung beruht.

1. Beispiel: $F_1$-Paarung, Koppelungsfall[1]). **AB:Ab:aB:ab** $= N_1 : N_2 : N_3 : N_4$
$N_1 = 4831 \quad N_2 = 390 \quad N_3 = 393 \quad N_4 = 1338 \;;\; N = 6952.$
Starke Abweichung von 9:3:3:1 sofort erkennbar. Grobe Prüfung auf Störung der Einzelspaltungen ergibt

A-Spaltung: $(4831 + 390) : (393 + 1338) \sim 3 : 1$
B-Spaltung: $(4831 + 393) : (390 + 1338) \sim 3 : 1$,

also keine wesentliche Störung. $\chi^2$-Berechnung also unnötig. Man bestimme sofort den Austauschwert (weiter vgl. S. 533!).

2. Beispiel: $F_1$-Paarung, Koppelungsfall. (= Beispiel von S. 529/530).
$N_1 = 334 \quad N_2 = 33 \quad N_3 = 59 \quad N_4 = 67 \;;\; N = 493.$
Starke Abweichung von 9:3:3:1.

A-Spaltung: $(334 + 33) : (59 + 67) \simeq 3 : 1$, nicht gestört
B-Spaltung: $(334 + 59) : (33 + 67) = 3{,}93 : 1$, also erheblich gestört.

Man berechnet $\chi_B^2 = 5{,}848$; 1 FG, also $P < 0{,}02$, somit B-Spaltung signifikant gestört. Deshalb Prüfung auf Koppelung nicht mit $\chi_K^2$, sondern nach Abschnitt h (vgl. weiter S. 534!)

3. Beispiel. $F_1$-Paarung, Koppelungsfall.
$N_1 = 61 \quad N_2 = 41 \quad N_3 = 18 \quad N_4 = 8 \;;\; N = 128.$
Wegen der kleinen Absolutzahlen ist die Zufallswirkung relativ erheblich, man muß mit $\chi^2$ prüfen. Es ergibt sich $\chi_A^2 = 1{,}5$ also $P > 0{,}20$ und $\chi_B^2 = 15{,}48$, also $P < 0{,}01$. Somit B-Spaltung gestört, Prüfung auf Koppelung nach Abschnitt h.

4. Beispiel. Rückkreuzung, Koppelungsfall.
$N_1 = 56 \quad N_2 = 49 \quad N_3 = 34 \quad N_4 = 57 \;;\; N = 196.$
Mittelklassen etwas weniger stark; lohnt es sich, auf Koppelung zu prüfen? Man erhält:

$\chi_A^2 = 1{,}000 \quad P > 0{,}30; \quad \chi_B^2 = 1{,}306 \quad P > 0{,}20; \quad \chi_K^2 = 4{,}592 \quad P < 0{,}05,$

also Koppelung zu vermuten. Hätte man $\chi_t^2$ berechnet, so hätte sich $1{,}000 + 1{,}306 + 4{,}592 = 6{,}898$ ergeben, welches $P > 0{,}05$ (FG = 3) liefert. Dies bedeutet keinen Widerspruch, vielmehr nur, daß $\chi_K^2$ die größere Information liefert; es läßt das Vorhandensein von Koppelung bereits bei diesem kleinen Material erkennen.

[1]) Über die Begriffe „Koppelungsfall", „Abstoßungsfall" vgl. die Tabelle S. 531!

5. Beispiel. Wir verweisen auf Tabelle 4 bei Freisleben und Metzger. Hier ergibt sich für die freie Spaltung der Gene ein sehr großes $\chi_t'^2$ und daraus $P \approx 10^{-60} - 10^{-75}$. Die Einzelspaltungen sind aber ganz ungestört, wie die entsprechenden Werte für $Er_{CP}$ und K zeigen. Damit war die Berechnung von $\chi^2$ und P für Koppelung überflüssig. In den Tabellen 2 und 3 sind dagegen die P-Werte sowohl für die Einzelspaltungen als auch für die Unabhängigkeit der dihybriden Spaltung ($\chi_t^2$) so groß, daß Koppelung nicht vorliegen kann. Eleganter ist aber in jedem Falle die Berechnung von $\chi_k^2$.

## g) Die Bestimmung des Austauschwertes bei ungestörten Einzelspaltungen

Hier genügt eine kurze Zusammenstellung der Formeln zur Berechnung des Austauschwertes, der f genannt sei. Die Größe $k = 1 - f$ heißt Koppelungswert. Vgl. das Kreuzungsschema auf S. 531.

Bei Rückkreuzung, Abstoßungsfall (Ab/aB × ab/ab) ist

$$f = (N_1 + N_4) : N, \tag{8 a}$$

bei Rückkreuzung, Koppelungsfall

$$f = (N_2 + N_3) : N, \tag{8 b}$$

und der mittlere Fehler $m_f$ von f berechnet sich in beiden Fällen nach

$$m_f = \sqrt{f(1-f) : N}. \tag{8 c}$$

Diese Formeln sind die bestmöglichen, weil nach der „Methode des wahrscheinlichsten Werts“ (Fishers “method of maximum likelihood”) berechnet. Die für $m_f$ ist jene des Fehlers einer $^0/_0$-Zahl, wofür es Tabellen u. ä. gibt. Da bei der Koppelungsanalyse N stets > 30 sein wird, ist (8 c) immer hinreichend exakt.

Bei $F_1$-Geschwisterpaarung oder Selbstung (wobei stets Austausch in beiden Geschlechtern vorausgesetzt wird!) führt die eben genannte Methode des wahrscheinlichsten Werts zu sehr umständlichen Formeln. Glücklicherweise fand man die viel einfachere „Produktmethode“, die nach Fisher ersterer an Informationskraft praktisch völlig gleichkommt. Sie lautet: Man bestimme den Quotienten

$$Q = N_1 N_4 / N_2 N_3 \tag{9 a}$$

und dann aus der Gleichung

$$Q = \vartheta(2 + \vartheta)/(1-\vartheta)^2 \tag{9 b}$$

die Größe $\vartheta$. Dann ist (bei gleich hohem Austausch in ♂ und ♀)

$$\left.\begin{array}{ll} \text{im Abstoßungsfall} & f = \sqrt{\vartheta} \\ \text{im Koppelungsfall} & f = 1 - \sqrt{\vartheta}. \end{array}\right\} \tag{9 c}$$

Bei ungleichhohem Austausch in ♂ und ♀ stellt das errechnete f das geometrische Mittel aus den Austauschwerten in den beiden Geschlechtern dar: $f = \sqrt{f(♂) . f(♀)}$. — Der Fehler von f beträgt in jedem Fall

$$m_f = \sqrt{\frac{(1-\vartheta)(2+\vartheta)}{2N(1+2\vartheta)}} = \frac{s}{\sqrt{N}}. \tag{9 d}$$

In der Praxis führt man diese Rechnungen aber nur in Ausnahmefällen durch, da es Tabellen gibt, die den Großteil der Rechenarbeit ersparen helfen. Bei Stern (1933) im „Handbuch der Vererbungswissenschaft“ ist Immers (1930) Tabelle in verbesserter Form abgedruckt. Man bestimmt Q oder seinen reziproken Wert, um sofort (auf 0,005 genau) f ablesen zu können. Ferner ist eine Größe s ablesbar, die, durch $\sqrt{N}$ dividiert, sofort $m_f$ liefert (vgl. Formel 9 d). Will man die Genauigkeit des f-Wertes auf 0,1% steigern, so muß man inter-

polieren. Diese Rechenarbeit wird teils entbehrlich, teils erleichtert, wenn man die neueren Tabellen von Stevens (1939) benutzt. — Für den hier nicht behandelten „gemischten Typ“ (vgl. Fußnote auf S. 530) finden sich Tabellen bei Immer (1930).

1. Beispiel von S. 532 ($N = 6952$). Man findet $1/Q = 0{,}023711$ und nach Sterns Tabelle f etwas größer als 0,12. Genauer f-Wert (Interpolation oder Berechnung) zwischen 0,1200 und 0,1201. Fehler 0,0042. Also $f = 12{,}0 \pm 0{,}42\,\%$.

### h) Prüfung auf Koppelung und Ermittlung des Austauschwertes bei Störung einer oder beider Einzelspaltungen

Wir betrachten zunächst den Fall, daß nur eine Einzelspaltung gestört ist, und nehmen an, dies treffe für die A-Spaltung zu. Dann ist bei Fehlen von Koppelung zu erwarten, daß das Verhältnis **AB : aB** dieselben Abweichungen von 3 : 1 bzw. 1 : 1 zeigt wie **Ab : ab**, — bei Vorliegen von Koppelung aber nicht. Bei Fehlen von Koppelung müssen also $N_1$ und $N_2$ einer-, $N_3$ und $N_4$ andererseits ein homogenes Material darstellen. Man bildet deshalb die nebenstehende $2 \times 2$-Tafel und berechnet nach Formel (3) das zugehörige $\chi^2$. Bei $P < 0{,}05$ ist Koppelung anzunehmen. (Denn auch hier wählt man bereits 0,05 als Grenzwahrscheinlichkeit.)

| | |
|---|---|
| $N_1$ | $N_2$ |
| $N_3$ | $N_4$ |

Zur Bestimmung des Austauschwerts gelten alle Formeln des vorigen Abschnitts außer der Fehlerformel (9 d). Diese muß (nach Fisher 1939), falls die A-Spaltung gestört ist, ersetzt werden durch (vgl. Anm. S. 537)

$$m_f = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{(1-\vartheta)(2+\vartheta)}{(1+2\vartheta)^2} \times \frac{2(N_1+N_2)+\vartheta(N_1+N_2+9N_3+9N_4)}{4(N_1+N_2)(N_3+N_4)}}, \quad (10)$$

während bei Störung der B-Spaltung hierin $N_2$ und $N_3$ zu vertauschen sind. Mangels Tabellen ist die Berechnung von (10) sehr umständlich. Ist im Einzelfall der Fehler nicht von wesentlicher Bedeutung, so kann man sich zu seiner Abschätzung wohl mit dem Werte von (9 d) begnügen. Der so erhaltene Schätzwert kann kleiner oder größer sein als der richtige Wert.

| | | |
|---|---|---|
| 334 | 33 | 367 |
| 59 | 67 | 126 |
| 393 | 100 | 493 |

Beispiel von S. 532 ($N = 493$). $2 \times 2$-Tafel nebenstehend. Als $\chi^2$ erhält man 113,24; somit $P < 0{,}01$, also Koppelung. $1/Q = 0{,}08700$, $f = 21{,}07\,\%$. Fehler nach (10) $m_f = 1{,}5\,\%$, nach (9 d) $2{,}1\,\%$, also Annäherungswert etwas zu groß. Ergebnis: $f = 21{,}07 \pm 1{,}5\,\%$.

Beispiel von S. 532 ($N = 128$). Die $2 \times 2$-Tafel liefert $\chi^2 = 0{,}779$, also $P > 0{,}30$. Somit kein Grund, Koppelung zu vermuten.

Für den Fall schließlich, daß beide Einzelspaltungen gestört sind, lassen sich Daten mit $F_1$-Geschwisterpaarung nicht mehr auswerten. Es ist eben unmöglich, ein bereits durch 2 Ursachen gestörtes Verhältnis noch auf eine dritte störende Ursache zu prüfen, vom Zufall ganz abgesehen. Nur dann läßt sich Koppelung feststellen und ein Austauschwert berechnen, wenn Rückkreuzungsdaten vorliegen, und zwar gleichzeitig Koppelungs- und Abstoßungsdaten. Für die Pflanzenzüchtung hat dieser Fall daher wenig Interesse, und so genüge es, die von Fisher (1936b) ausgearbeitete Methode hier ganz kurz zu skizzieren. Man bildet, für die Koppelungs- und für die Abstoßungsdaten getrennt, die Summen

$$S = N_1 + N_4 \quad \text{und} \quad T = N_2 + N_3,$$

und prüft dann nebenstehende $2 \times 2$-Tafel (in der der Index A Abstoßungs- und der Index K Koppelungsdaten

| | |
|---|---|
| $T_A$ | $S_A$ |
| $T_K$ | $S_K$ |

anzeigt) nach (3) auf Homogenität. Bei $P < 0{,}05$ ist Koppelung anzunehmen. Der Austauschwert f berechnet sich aus

$$[f/(1-f)]^2 = (S_A \times T_K)/(S_K \times T_A),$$

der zugehörige Fehler nach

$$m_f = f(1-f) \times \frac{1}{2} \times \sqrt{1/S_A + 1/S_K + 1/T_A + 1/T_K}.$$

Ein Beispiel z. B. bei Mather (1938).

### f) Weitere Methoden. Versuchsplanung. Abschließendes

Die bisher geschilderten Verfahren lassen die statistische Methodik in der vorausgehenden Arbeit von Freisleben und Metzger ohne weiteres verstehen; ja die verwickelteren Verfahren kamen dort, infolge Güte des Materials überhaupt nicht zur Anwendung.

Bei quantitativen Merkmalen bzw. bei Merkmalsunterschieden mit übergreifendem Phänotyp versagen allerdings sämtliche bisher geschilderten Methoden, und man muß, wie es in der genannten Arbeit auch geschah (Stufenzahl), auf von Fall zu Fall verschiedene Hilfsmethoden zurückgreifen. Diese (Korrelationsanalyse, z-Test zum Vergleiche zweier Korrelationskoeffizienten usw.) hier zu betrachten, ist nicht beabsichtigt, da es sich nicht mehr um spezifisch koppelungsanalytische Methodik handelt.

Es erübrigt sich noch, die Planung von Koppelungsversuchen kurz zu erörtern. Zwei Fragen sind vor allem wichtig: Welchen Kreuzungstyp soll man im einzelnen anwenden, und: in welchem Umfang soll man einen Versuch planen?

Als Kreuzungstypen kommen vor allem in Betracht (vgl. das Schema auf S. 531):

1a) Rückkreuzung, Koppelungsfall; Ausgangskreuzung AABB × aabb
b) Rückkreuzung, Abstoßungsfalll; Ausgangskreuzung AAbb × aaBB
2a) $F_1$-Paarung, Koppelungsfall; Ausgangskreuzung AABB × aabb
b) $F_1$-Paarung, Abstoßungsfall; Ausgangskreuzung AAbb × aaBB.

Man fragt: Bei welchem Kreuzungstyp sind zu gleich genauer Ermittlung eines Austauschwerts f die wenigsten Individuen nötig? Dabei wird die Genauigkeit von f an der Größe seines Fehlers $m_f$ gemessen, und von jener Methode, die den kleinsten Fehler ergibt, sagt man, sie liefere die größte Information[1]. Eine erste Antwort auf diese Frage stellt Abb. 1 dar. Man erkennt, daß die Rückkreuzungsmethode (gleichgültig ob Koppelungs- oder Abstoßungsfall) der $F_1$-Methode stets überlegen ist, und daß bei letzterer der Koppelungsfall, namentlich bei stärkerer Koppelung, die weitaus größere Information liefert. Indes hat dieses Ergebnis zunächst (und vor allem in der Pflanzenzüchtung) noch keine allgemein praktische Bedeutung. Ist nämlich bei Pflanzen $F_1$-Selbstung möglich oder bereitet die $F_1$-Geschwisterpaarung viel weniger Mühe als die künstliche Bestäubung (wie sie bei Rückkreuzung nötig ist), so wird die $F_1$-Methode trotz erhöhter Individuenzahl oft weniger Mühe und Zeit verbrauchen. Selbstverständlich wird man, wenn alle 4 Ausgangsstämme (AABB, AAbb, aaBB, aabb) vorliegen, immer den Koppelungsfall dem Abstoßungsfall vorziehen (Abb. 1). Liegt mittelstarke bis starke Koppelung vor und ist der doppeltrezessive Stamm (aabb) nicht verfügbar, so macht der allein mögliche $F_1$-Abstoßungsfall allerdings sehr viel Individuen notwendig. Doch muß be-

[1] Über den Begriff der Information vgl. z. B. Ludwig (1941) oder Ludwig u. Boost (1940), S. 579!

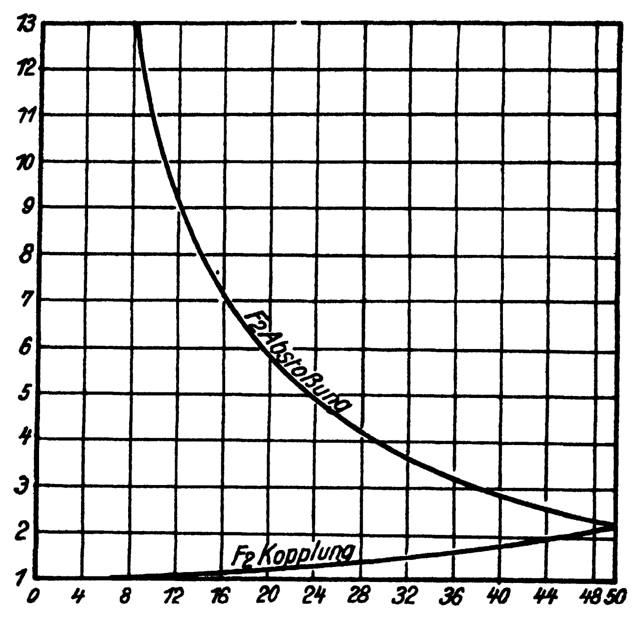



Abb. 1. Abszisse: Austauschwert (%). Ordinate: Wievielmal soviel Individuen muß ein $F_1$-Paarungsversuch umfassen, um einen Austauschwert gleicher Genauigkeit ($m_f$) zu liefern als ein Rückkreuzungsversuch gleicher Individuenzahl. (Nach Immer, 1930)

dacht werden, daß der Aufbau dieses aabb-Stamms gleichfalls viele Individuen und (namentlich bei Pflanzen) auch zusätzliche Zeit verbraucht[1]). In der Regel wird man von Fall zu Fall abwägen. Ist der aabb-Stamm zur Hand und verursacht die Fremdbestäubung relativ wenig Mühe, so ist Rückkreuzung stets vorzuziehen, namentlich wenn Komplikationen vorliegen oder zu vermuten sind (verschieden hoher Austausch in beiden Geschlechtern; beide Einzelspaltungen gestört [s. o.]; usw.). Sonst wird man in der Pflanzenzucht meist mit $F_1$-Paarung arbeiten, möglichst mit dem Koppelungsfall. Bei stärkerer Koppelung ist, falls der aabb-Stamm fehlt, zu erwägen, ob man diesen vorher aufbauen und den Austauschversuch dann als Koppelungsfall ansetzen soll.

Bezüglich seltener Methoden (Prüfung der genotypischen Zusammensetzung einer kleinen $F_2$ durch die $F_3$, beste Auswertung gleichzeitig vorliegender Rückkreuzungs- und $F_2$-Daten) vgl. die Bemerkungen und Verweise bei Ludwig (1938)[2]).

Zur Planung des Umfangs von Koppelungsversuchen sei zunächst gesagt, daß sich kleinere Vorversuche im allgemeinen stets lohnen, zumal etwa dann, wenn über die Koppelung zweier Erbfaktoren noch nichts bekannt ist. Gesetzt, ein Vorversuch vom Umfange N = 200 liefere nach Formel (7) ein $\chi^2_K = 2{,}4$, also ein $P \sim 0{,}15$. Die Möglichkeit, daß Koppelung vorliegt, besteht also — in Anbetracht des kleinen N — immerhin, eine „gesicherte" Aussage ergäbe sich aber erst bei $P < 0{,}05$, also bei $\chi^2 > 3{,}84$. Nun vergrößert sich nach den Formeln (7) bei proportionaler Vergrößerung aller Spaltungszahlen ($N_1 N_2 N_3 N_4$) das $\chi^2$ im gleichen Maße wie N. Würde man also den bisherigen Versuchsumfang (200) verdoppeln oder verdreifachen, so wären die $\chi^2$-Werte 4,6 bzw. 6,9 und die zugehörigen Wahrscheinlichkeiten $P < 0{,}05$ bzw. $P < 0{,}01$ zu erwarten, falls im Vorversuch die Abweichungen vom freien Mendeln großenteils durch Koppelung bedingt waren. Ein Versuch mit 500—600 $F_2$-Individuen (den man überdies bei Homogenität mit dem Vorversuch vereinigen kann) wird also vermutlich ein Resultat der gewünschten Genauigkeit liefern.

Ganz entsprechend verfährt man, wenn ein in einem Vorversuch grob ermittelter Austauschwert genauer bestimmt werden soll. Gesetzt, der Vor-

[1]) Vgl. Ludwig (1938), S. 48ff.

[2]) Die Bemerkungen bei Ludwig (1938), S. 47 unten und 48 oben sind durch neuere Arbeiten überholt.

versuch habe ein $f = 20\%$ geliefert, und man will aus irgendwelchen Gründen dieses f so genau bestimmen, daß sein Fehler $m_f$ nur 0,3% beträgt. Man setzt dann in (8c) $m_f = 0{,}003$ und $f = 0{,}20$ und erhält aus

$$0{,}003^2 = 0{,}20 \times 0{,}80/N$$

ein $N = 17\,777$. Man muß also einen Rückkreuzungsversuch ansetzen, der ungefähr 18 000 $F_2$-Individuen liefert. Ist nur der $F_1$-Paarungstyp möglich, so kann man die entsprechend größere Individuenzahl aus Abb. 1 ablesen, oder man kann (was numerisch etwas genauer ist) von vornherein anders verfahren: Man errechnet nach (9c) den Wert $\vartheta$, setzt diesen in (9d) ein und erhält für das geforderte $m_f = 0{,}003$ den entsprechenden N-Wert. Ist eine Einzelspaltung gestört, so ist im $F_1$-Paarungfall, da (9d) nicht mehr exakt gilt, das Ergebnis weniger zuverlässig.

Schließlich kann man, nachdem der Austauschwert einmal berechnet ist, nachträglich prüfen, wie gut die mittels desselben errechneten Spaltungszahlen[1]) mit den empirischen übereinstimmen. Es handelt sich dabei um eine Prüfung auf „Güte der Übereinstimmung" mittels $\chi^2$, wie sie auf S. 525 unter Zugrundelegung der reinen Mendelzahlen vorgenommen wurde; nur ist FG jetzt gleich $4 - 1 - 1 = 2$, da zu Lasten des aus den Beobachtungswerten berechneten f-Werts 1 weiterer FG abgeht. Ein Beispiel liefert wieder die Tabelle 4 bei F r e i s l e b e n und M e t z g e r, wo in der letzten Zeile für einen Austauschwert von 15,8% $\chi^2 = 0{,}801$ beträgt und somit P bei 2 FG, zwischen 0,70 und 0,50 liegt. Der Koppelungswert ist also gesichert. — Voraussetzung hierbei sind ungestörte Einzelspaltungen. In der Praxis wird man diese Berechnung, die eine Art Probe darstellt, aber nicht immer vornehmen, wie überhaupt der Inhalt dieses Aufsatzes u. a. darin bestand, vor jeder überflüssigen statistischen Berechnung abzuraten.

---

[1]) Vgl. hierzu das Schema auf S. 531.

Nachträgl. Anm. zu Formel (10), S. 534.
F i s h e r (1939) berechnet nur die Formel für die Streuung von $\vartheta$; Formel (10) ist daraus abgeleitet.

## Schrifttum

Anderson, O. N., Einführung in die mathematische Statistik. Wien 1935.
Brieger, F. G., Methoden der Erforschung der Vererbungsvorgänge bei Pflanzen. In: Abderhalden, Handb. d. biolog. Arbeitsmeboden, Abt. IX, Teil 3. Berlin 1937.
Fisher, R. A., Statistical methods for Research workers (6. edit). Edingburgh 1936a.
— — The design of experiments (2. edit.). Edinburgh 1936b.
— — The precision of the product formula for the estimation of linkage. Ann. Eug. **9**, 50—54, 1939.
Freisleben, R. u. I. Metzger, Genetische Studien zur Gerstenzüchtung I. Vererbung und Koppelung der Mehltauresistenz und der Spindelgliedzahl. Ztschr. für Züchtung A, Pflanzenzüchtung **24**, 507—522.
Immer, F. R., Formulae and tables for calculating linkage intensities. Genetics **15**, 81—98, 1930.
Johannsen, W., Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena 1913.
Ludwig, W., Faktorenkoppelung und Faktorenaustausch bei normalem und aberrantem Chromosomenbestand. Leipzig 1938.
— — Anfänge und Bedeutung der Biologischen Statistik. Nova Acta Leopoldina N. F. **10**, 1941.
Ludwig, W. u. Ch. Boost, Vergleichende Wertung der Methoden zur Analyse rezessiver Erbgänge beim Menschen. Ztschr. menschl. Vererb. u. Konstitutionslehre **24**, 577—619, 1940.
Mather, K., The measurement of linkage in heredity. London 1938.
Stern, C., Faktorenkoppelung und Faktorenaustausch. Handb. Vererb. wiss. IG. Berlin 1933.
Stevens, W. L., Tables of the recombination fraction estimated from the product ratio. J. Genet. **39**, 171—180, 1939.
Tedin, O., Biologische Statistik. In: Roemer u. Rudorf, Handb. d. Pflanzenzüchtung Bd. I. Berlin 1940.

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle/Saale

# Ergebnisse und Erfahrungen bei der Resistenzzüchtung gelbrostwiderstandsfähiger Weizen

Von

**Hanna Becker**

Bei der Züchtung gelbrostwiderstandsfähiger Weizen sind 2 Tatsachen grundlegend zu beachten: die Feldresistenz und die Keimlingsresistenz bestimmter Sorten. Unter Feldresistenz versteht man die Resistenz der heranwachsenden Pflanze im Felde, obgleich sie im Keimlingsstadium bei Infektion des 1. oder 2. Blattes mehr oder weniger starken Befall zeigen kann. Diese Eigenschaft kann durch die erwachsene Pflanze selbst bedingt sein (veränderter physiologischer Zustand der Pflanze oder morphologische Struktur der älteren Pflanzenteile) (7, 10). Sie kann aber auch durch Außenfaktoren stark verschoben werden, und zwar sind besonders Temperaturen von ausschlaggebender Wirkung (7, 9, 16). Schon im Keimlingsstadium können höhere Temperaturen bei bestimmten Sorten zur vollkommenen Resistenz der Pflanze führen; doch sind viele Sorten gegen solche Einflüsse empfindlicher, je älter sie sind, wobei die Reaktion um so vollständiger verläuft, je mehr die Pflanze sich dem Stadium des Abreifens nähert (7, 16). Trotzdem hat solche feldresistente Sorte, besonders wenn sie nur im allerfrühesten Stadium befallen wird, ihren Wert, da sie durch ihre spätere Resistenz verhindert, daß sich die Krankheit zu einer Epidemie auswächst.

Im Gegensatz zu der Feldresistenz, deren Charakter so komplex zusammengesetzt ist, steht die Keimlingsresistenz, bei der die Resistenz des Jugendstadiums bis zum Ende der Vegetation erhalten bleibt. Man hat also mit der Keimlingsresistenz einer Sorte eine größere Sicherheit, das Auftreten einer Krankheit zu verhindern, weil sich durch sie die Krankheit nie weiter vermehren kann, während bei einer feldresistenten Sorte, besonders bei Wintergetreide, immer die Möglichkeit besteht, in gewissen Entwicklungsstadien oder unter bestimmten klimatischen Verhältnissen durch Sporenbildung zur weiteren Verbreitung der Krankheit beizutragen, ohne später selbst noch befallen zu werden.

Bei der Resistenzzüchtung, die an der Pflanzenzuchtstation Halle in Zusammenarbeit mit Isenbeck (jetzt Admont) durchgeführt wurde, wurden beide Resistenzformen berücksichtigt. Man kreuzt entweder feld- oder keimlingsresistente Sorten mit Leistungssorten oder Zuchtstämmen der Station und setzt ihre Nachkommenschaften (Kreuzungspopulationen) im Felde künstlich erzeugtem Rostbefall aus, entfernt vor der Ernte alle befallenen Pflanzen, während die übriggebliebenen resistenten einzelpflanzenweise geerntet werden. Handelt es sich um keimlingsresistente Eltern, so werden die

durch diese Vorauslese im Felde gewonnenen Pflanzen im Gewächshaus im Keimlingsstadium noch einmal mit einem Rassengemisch infiziert. Alle im Gewächshaus resistent gebliebenen Pflanzen kommen noch im selben Jahr im Freiland zur Auspflanzung, damit man von ihnen noch Körner ernten kann, so daß die Nachkommenschaften dieser Pflanzen im nächsten Jahr im Rostzuchtgarten dem hier künstlich erzeugten Feldbefall als Elitenparzellen ausgesetzt werden können. Handelt es sich um nur feldresistente Elternpflanzen, so findet die Auslese natürlich nur nach dem durch künstliche Feldinfektion verursachten Befall statt.

Als mit diesen züchterischen Arbeiten in Halle begonnen wurde, waren nur einzelne wenige physiologische Gelbrostrassen bekannt, außerdem war man in der Technik der Feldinfektion eines ganzen Zuchtgartens noch nicht so weit vorgedrungen, daß man sicher jedes Jahr mit einer vollen Infektion des Zuchtgartens rechnen konnte, besonders da die klimatischen Verhältnisse in Halle ungünstig für das Auftreten von Gelbrost im Freien sind (472,4 mm Regen im Jahr im 27 jährigen Durchschnitt). Aus diesem Grunde entschloß man sich, einzelne Kreuzungspopulationen in solchen Gebieten anzubauen, wo sicher jedes Jahr Gelbrost auftritt und sie dort dem natürlichen Befall zu überlassen (6, 10). Gleichzeitig hoffte man dadurch neu auftretende Gelbrostrassen in anderen Gebieten möglichst schnell zu erfassen und zu erkennen, wie weit sie dem Zuchtmaterial gefährlich werden könnten. Ferner sollten dieselben Populationen hintereinander an verschiedenen Stellen angebaut werden, damit sie verschiedenen Rassengemischen ausgesetzt würden und somit eine möglichst gründliche Vorauslese stattfinden könnte. Bedingung für die Versuchsanstellung war, daß in jedem Jahr alle befallenen Pflanzen aus den Populationen entfernt wurden. Hiernach konnte man annehmen, daß nach mehrjährigem Anbau der Populationen an verschiedenen Stationen vorwiegend nur resistente Pflanzen vorhanden wären, abgesehen von vereinzelten anfälligen Pflanzen, die noch bei solchen Kreuzungsnachkommenschaften herausspalten würden, bei denen sich die Resistenz als dominant erwies.

Man wählte für diese Versuche Gebiete westlich von Deutschland, um die dort neu vorkommenden Rassen möglichst früh zu erfassen, bevor sie im Laufe der Zeit durch die vorwiegend westlichen Winde nach Deutschland getragen würden. So fiel die Wahl auf zwei Stellen in der Nähe von Paris (Verrières und Versailles) und zwei Stellen in Holland (Wageningen und Mensingeweer).

Die Durchführung dieser Arbeiten wurden überhaupt erst ermöglicht durch die Herren:

In Verrières: R. de Vilmorin sowie Direktor Meunissier und Saatzuchtleiter Mazen.

In Versailles: Direktor Alabouvette und später Direktor Crépin und seinen Mitarbeiter Chonard.

In Wageningen: der inzwischen verstorbene Professor J. Broekema, durch dessen Vermittlung der Anbau auf zwei Stationen in Holland durchgeführt wurde.

Außerdem erklärte sich Professor Åkerman in Svalöf in liebenswürdiger Weise bereit, für uns die Populationen in Schweden anzubauen, so daß es auf diese Weise möglich war, auch die dort auftretenden Rassen mit dem Zuchtmaterial zu erfassen. Den Genannten sei hiermit unser Dank ausgesprochen.

Außer den schon genannten Gründen fiel die Wahl gerade auf diese Gebiete im Westen, da sowohl in Frankreich als auch in Holland viel reichlichere Niederschläge vorkommen und auch die durchschnittlichen Temperaturen im ganzen günstiger für eine Infektion liegen (Tab. 1 und 2).

Tabelle 1

Jahres- und Monatstemperaturen einzelner Stationen in Frankreich, Holland, Deutschland, Schweden[1])

a) Durchschnittliche Jahrestemperaturen

| | 1931 | 1932 | 1933 | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 9jähr. Φ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verrières, Frankreich . . . . | 10,0 | 10,2 | 10,6 | 11,6 | 11,0 | 10,7 | 10,9 | 10,4 | 9,9 | 10,6 |
| Wageningen, Holland . . . . | 8,8 | 9,4 | 9,0 | 10,3 | 9,7 | 9,5 | 9,6 | 9,7 | 9,7 | 9,5 |
| Halle, Deutschland . . . . | 15,1 | 9,2 | 8,9 | 10,9 | 9,7 | 9,2 | 9,6 | 10,7 | 9,3 | 10,3 |
| Svalöf, Schweden . . . . . | 6,2 | 7,5 | 7,2 | 8,7 | 7,7 | 7,6 | 7,7 | 8,4 | 7,7 | 7,6 |

b) Monatliches Temperaturmittel
9jähriger Durchschnitt 1931—1939

| | Jan. | Feb. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verrières, Frankreich . . . . | 4,3 | 3,9 | 6,6 | 9,4 | 13,4 | 17,2 | 18,3 | 18,6 | 15,4 | 10,4 | 6,3 | 3,3 |
| Wageningen, Holland . . . | 2,8 | 2,8 | 4,7 | 8,2 | 12,8 | 16.1 | 17,4 | 17.5 | 14.4 | 9,5 | 5,8 | 2,0 |
| Halle, Deutschland . . . . | 1,3 | 1.0 | 3,9 | 8,3 | 13.5 | 17.0 | 19,0 | 18.8 | 15,7 | 9,6 | 5,6 | 0,6 |
| 27jähr. Φ 1911—1937 . . | 0,2 | 0.9 | 4,1 | 8,3 | 13.2 | 15,9 | 18,5 | 17,8 | 14,3 | 9,0 | 4.0 | 1,0 |
| Svalöf, Schweden . . . . . | -0,1 | -0,6 | 1,2 | 5,7 | 11,4 | 15,0 | 17,4 | 16,9 | 12,8 | 7,5 | 3,9 | 0,5 |

Tabelle 2

Jährliche Niederschlagsmengen und monatliche Mittel einzelner Stationen in Frankreich, Holland, Deutschland, Schweden

a) Jährliche Niederschlagsmengen

| | 1931 | 1932 | 1933 | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 9jähr. Φ | 27jähr. Φ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verrières, Frankreich | 800,6 | 560.1 | 475,8 | 552,2 | 620,9 | 629,5 | 739,3 | 436,3 | 877,0 | 632,4 | — |
| Wageningen, Holland | 771.7 | 744,0 | 510,9 | 710,1 | 916.6 | 750,0 | 726,8 | 782,2 | 838,8 | 750,1 | — |
| Halle, Deutschland . | 494,1 | 497.2 | 402,5 | 384,3 | 460,5 | 458,4 | 496,5 | 415,7 | 626,7 | 470,7 | 472,4 |
| | | | | | | | | | | | 20jähr. Φ |
| Svalöf, Schweden . | 769,9 | 721,2 | 578,4 | 769,3 | 813,4 | 717,1 | 764,6 | 690,4 | 577,5 | 711.3 | 718,3 |

b) Monatliche Niederschlagsmengen
9jähriger Durchschnitt 1931—1939

| | Jan. | Feb. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verrières, Frankreich . . . | 65,1 | 40,8 | 40,6 | 47,9 | 56,8 | 38,6 | 63,4 | 14,6 | 51,0 | 62,3 | 57,0 | 50,2 |
| Wageningen, Holland . . . | 71,0 | 46,6 | 41,9 | 57,7 | 58,9 | 55,5 | 76,3 | 65,2 | 80,6 | 86,8 | 59,9 | 49,9 |
| Halle, Deutschland . . . . | 32.4 | 32,2 | 22,4 | 33.2 | 53,1 | 57,5 | 59,5 | 51,5 | 37,8 | 44,9 | 26,1 | 20,2 |
| 27jähr. Φ 1911—1937 . . | 30,4 | 23,0 | 24,0 | 37.7 | 50.8 | 51,1 | 59,2 | 53,4 | 32,4 | 41,6 | 26,0 | 29.2 |
| Svalöf, Schweden . . . . . | 66,8 | 49,3 | 31,6 | 50,6 | 49,0 | 51,2 | 104,1 | 70,6 | 63,6 | 82,1 | 45,6 | 45,8 |
| 20jähr. Φ 1920—1940 . . | 60,6 | 40,0 | 33,7 | 47,1 | 49,4 | 57,3 | 90,5 | 88,1 | 68,7 | 75,3 | 54,3 | 53,3 |

Voraussetzung für eine starke Infektion während der Vegetationsperiode ist, daß im zeitigen Frühjahr reichlich Infektionsherde vorhanden sind, von denen aus sich der Rost über das ganze Feld verbreiten kann. Das ist unter natürlichen Verhältnissen nur dann möglich, wenn die Winter mild und feucht sind, so daß sich die schon im Herbst stattgefundenen Infektionen auf der Wintersaat weiter entwickeln und verbreiten können, wie das in Verrières sowohl als in Wageningen leicht der Fall sein kann, da die durchschnittlichen Monatstemperaturen der Wintermonate November bis März verhältnismäßig hoch, besonders auch im Vergleich zu Halle liegen

[1]) Die Zusammenstellung war nur möglich durch freundliches Bereitstellen der Unterlagen der einzelnen Stationen trotz der erschwerten Verhältnisse im Krieg. An dieser Stelle sei auch hierfür den einzelnen Leitern gedankt.

(Tab. 1 a und b). Für die weitere Entwicklung im April bis Juni liegen die Umstände in allen 3 Ländern ähnlich, allerdings ist die Temperatur in Holland im ganzen etwas tiefer. Die verhältnismäßig kühlen Frühjahrs- und Vorsommertemperaturen geben überhaupt erst die Voraussetzung, daß Gelbrost hier natürlich auftreten kann, ganz im Gegensatz zu Braunrost und besonders auch Schwarzrost, die sich erst bei wärmeren Temperaturen reichlich entwickeln. Allerdings sind die Temperaturschwankungen in den einzelnen Jahren sehr erheblich und sind damit von Fall zu Fall die Ursachen für die mehr oder weniger starke Verbreitung dieser Krankheit.

Die Feuchtigkeit spielt für die Entwicklung des Rostes insofern eine Rolle, als Pflanzen, die mit viel Feuchtigkeit aufwachsen, größere Blattmassen entwickeln, später abreifen und so länger dem Pilz Gelegenheit geben, sich auf ihr zu entwickeln. Die Feuchtigkeit ist aber auch nötig, um die Sporen in tropfbar flüssigem Wasser (sei es als Tau oder Regenwasser) zur Keimung zu bringen. Ferner fördert eine hohe Luftfeuchtigkeit und bedeckter Himmel die Pustelbildung und vor allem die Sporenproduktion auf der Wirtspflanze, während bei hellem Sonnenwetter die Sporen zu guter Keimfähigkeit voll ausreifen und ihre Keimfähigkeit unter diesen Umständen auch besser erhalten. Für eine starke Rostverbreitung ist also der richtige Wechsel von bedecktem Himmel und mäßigem Niederschlag mit klarem Sonnenwetter nötig. Starke Regengüsse dagegen tragen weniger zu einer Rostverbreitung bei, da die heftig fallenden Wassermengen die Sporen aus den Pusteln vollständig auswaschen können und auf den Boden schwemmen, wo sie nicht weiter wachsen können. Außerdem ist es den einmal so gründlich ausgewaschenen Sporenlagern kaum möglich, Sporen nachzubilden.

Beobachtet man die klimatischen Verhältnisse in Svalöf (Schweden) (Tab. 1 und 2), so kommt man zu dem Schluß, daß sich allgemein wegen der kühleren Sommertemperatur der Gelbrost gut verbreiten müßte. Er ist auch in jedem Jahr mehr oder weniger häufig anzufinden. Die langen Winter aber, besonders die durchschnittlichen Frosttemperaturen im Januar und Februar (siehe Tab. 1 b), werden manche Blätter, die im Herbst von Gelbrost infiziert worden sind, zerstören und somit jede Verbreitungsmöglichkeit abschneiden. Werden diese Blätter mit dem Myzel aber nicht vernichtet, so geben die langen Kälteperioden dem Pilz wenig Gelegenheit, sich weiter zu entwickeln. Aus diesem Grunde ist in Schweden nicht so viel Gelbrost zu erwarten, eine Annahme, die sich auch bei unseren Versuchen bestätigte.

Die Versuche wurden an den verschiedenen Stellen so angelegt, daß das zu untersuchende Material auf 1,50 m bis 2,50 m breiten Beeten einzelpflanzenweise ausgelegt wurde. Zwischen den einzelnen Reihen wurde in regelmäßigen Abständen (meist jede 5. Reihe) eine leichtanfällige Sorte als Rostindikator gebaut (bei Winterweizen Michigan Amber, bei Sommerweizen Peragis), auf die sich zuerst der Rost verbreiten sollte, um von da aus das Zuchtmaterial weiter zu infizieren und damit für eine möglichst gleichmäßige Verbreitung des Rostes über die ganze Versuchsfläche zu sorgen. Trotz dieser Anlage ist für eine wirklich gleichmäßige Verteilung des Rostes keine sichere Gewähr gegeben, wie sich später bei den Versuchen herausstellte, da bei natürlichem Befall der Rost die Indikatorsorte zuerst nur nesterweise befällt, so daß er sich anfangs ausschließlich an der Infektionsstelle weiterentwickelt, um sich erst später von da aus über die Versuchsfläche zu verbreiten.

Neben den Kreuzungspopulationen wurde in gleicher Weise ein bestimmtes Sortiment von Winter- und Sommerweizen angebaut, zum Teil die

resistenten Eltern der Kreuzungen, zum Teil auch die mehr oder weniger anfälligen Kreuzungspartner, um zu erkennen, wie weit die einzelnen Sorten auch an anderer Stelle ihre Resistenz bzw. Anfälligkeit zeigten. An den Rostproben von diesem Sortiment sollten die auftretenden Rassen bestimmt werden. Es hat sich erwiesen, daß einzelne Sorten, auch wenn sie von anderen Rostrassen befallen werden können, doch meist von bestimmten Rassen vorwiegend infiziert werden, so daß verschiedene Sorten – an derselben Stelle angebaut — nur vorwiegend bestimmte Rostrassen aus dem vorhandenen Rassengemisch zur Entwicklung bringen. Dabei ist es natürlich nie ganz ausgeschlossen, daß vereinzelt auch noch andere Rassen den von solchen Sorten entnommenen Rostproben beigemischt sind. Außerdem konnte man durch den Befall der einzelnen Sorten gewisse Anhaltspunkte für das Vorhandensein bestimmter Rassen gewinnen, um so mehr, da anfangs manche Infektionen im Gewächshaus nicht gelangen, weil das Infektionsmaterial durch unzweckmäßige Verpackung schon vorher zugrunde gegangen war, oder weil anfangs die Technik der Gewächshausinfektionen noch nicht genügend entwickelt war. Gleichzeitig hatte man auch einen Anhaltspunkt über die allgemeine Stärke und Verbreitung des Befalls, da die Befallsmöglichkeiten dieser Sorten mehr oder weniger bekannt waren.

Bei dem 1932 angefangenen Austausch des Zuchtmaterials kamen als keimlingsresistente Eltern für Winterweizen zwei chinesische Weizen, Chinesischer Weizen 165 und Chinesischer Weizen 166 in Betracht; beide erwiesen sich allen damals bekannten Rassen gegenüber als hochresistent, sie zeigten meistens bei Gewächshausinfektionen gar keine Spuren eines Befalles, die Blätter waren ganz grün, also Typ i, oder hatten nur ganz kleine Resistenzflecke, die mit 00 bezeichnet werden. Außerdem wurden noch einzelne Kreuzungen mit dem feldresistenten Elter Ridit geprüft, der seine Feldresistenz verschiedenen Rassen gegenüber zeigt (7), aber von den Rassen 1 und 9 sowohl im Felde als auch im Gewächshaus befallen wird. Bei Sommerweizen waren als resistente Eltern verschiedene Sorten (Normandie, Saumur, Blausamtiger Kolben) eingekreuzt, die sich aber wie Heines Kolben, mehr oder weniger anfällig gegenüber der Rasse 9 und 1 erwiesen, ferner der Hallenser Sommerweizen Zuchtstamm $1014_{27}$ [Auslese eines Sommerweizentyps aus der alten Strube Winterweizenkreuzung 210 = Strubes Square head × Noë Sommerweizen, der nur von Rasse 2 stark befallen wird (Tab. 3 b)]. Als feldresistenter Elter kam hier besonders der kanadische Sommerweizen Garnet in Betracht. —

Die einzelnen Kreuzungspartner beim Winter- wie Sommerweizen zeigen bei Gewächshausinfektion mehr oder weniger starken Befall, während sich einzelne im Felde als heranwachsende Pflanzen resistent erweisen (Tab. 3 b).

Im Laufe der 8jährigen Untersuchungen 1932—1939 wurden zwei Versuchsserien angesetzt; die erste dauerte von 1932—1934 resp. 1935, die zweite begann 1935 und wäre 1940 beendet gewesen, wurde aber durch den Krieg 1939 vorzeitig abgebrochen.

In Tabelle 4 ist eine Übersicht über die im Laufe der Jahre 1932 bis 1939 in den einzelnen Gebieten erkannten Gelbrostrassen gegeben. Damit ist natürlich noch gar nicht gesagt, daß das gesamte vorhandene Rassengemisch restlos erfaßt worden ist, man hat aber doch gewisse Anhaltspunkte für das natürlich vorhandene Infektionsmaterial. Es stellte sich dabei heraus, daß für bestimmte Gebiete bestimmte Rassen vorherrschend sind, und zwar treten oft die Rassen besonders hervor, gegen die die im entsprechenden Gebiet häufig angebauten Sorten hochanfällig sind. So ist ganz eindeutig zu erkennen, daß in Frankreich (in Verrières sowohl wie in Versailles) die Rasse 2 neben den ihr ähnlichen

Tabelle 3a

Befall der vorgekommenen Rassen

| Rasse | Gruppe I 24 | Gruppe I 25 | Gruppe II 6 | Gruppe II 8 |
|---|---|---|---|---|
| Michigan Amber | 00 | 4 | 4 | 4 |
| Blé rouge d'Ecosse | 00 | 0 | 4 | 4 |
| Strubes Dickkopf | i | 00 | 4 | 4 |
| Webster | i | 4—3 | 4—3 | 0+ |
| Blé du bon fermier / Holzapfels Früh-Weizen | i | 00 | 0+ | 0+ |
| Vilmorin 23 | i | 00 | 00 | 00 |
| Heines Kolben | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Carsten V | i | i | 0+ | 0+ |
| Spaldings prolific | i | i | 0+ | 0+ |
| Rouge prolifique barbu | i | i | 0+ | 0+ |
| Chinese 166 | i | i | i | i |
| Weiße v. Fong Tien Gerste | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Heils Franken Gerste | 4 | 0 | i | i |

Tabelle 3b

Befall der Kreuzungspartner in den verschiedenen

| | Verhalten im Feld während der Versuchsjahre in Halle | Gruppe I 24 | Gruppe I 25 | Gruppe II 6 | Gruppe II 8 |
|---|---|---|---|---|---|
| Chinese 166 | res. | i | i | i | i |
| Ridit | res. anf. Gr. V | | | 3+ | 3—4 |
| Carsten V | ± res. anf. Gr. III | i | i | 0+ | 0+ |
| Panzer III | res. | | | 3—*4* | 2—3 |
| Kronen | res. | | | 4 | 4 |
| Krafts Dickkopf | ± anf. | | | — | 4 |
| Rimpaus früher Bastard | anf. | | | 4 | 4 |
| General von Stocken | anf. | | | 4 | 4 |
| Strubes Kreuzung 56 | anf. | | | | 4 |
| $1014_{27}$ | res. anf. R. 2 | | | 00 | 0 |
| Normandie | res. ± anf. Gr. V | | | 0 | 0 |
| Saumur | res. anf. Gr. V | | | 0 | 0 |
| Blausamtiger Kolben | res. anf. Gr. V | | | 0 | 0 |
| Garnet | res. | | | 2+ | 3+ |
| $5772_{31}$ (Peragis × Garnet) | res. | | | | |
| Heines Japhet | ± res. anf. Gr. IV u. V | | | 0—1 | 2—3 |
| Peragis | anf. | | | 4 | 4 |
| Hohenheimer 25 f | anf. | | | 4 | 4 |
| Rimpaus roter Schlanstedter | anf. | | | 4 | 4 |

Typ der Kursiv-Zahl vorherrschend.

Rassen 3 und 4 immer wieder im Laufe der Jahre vorherrscht. Alle 3 Rassen befallen die in diesen Gegenden häufig angebauten Sorten Vilmorin 23, 27 und 29 und Bon fermier. Daneben ist die Rasse 9 auch noch häufiger anzutreffen.

[1]) Es ist möglich, daß einzelne Sorten bei niedrigeren Temperaturen stärker befallen.

auf dem Testsortiment

| Gruppe III | | | | Gruppe IV | | | Gruppe V | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 27 | 58 | 26 | 2 | 8 | 4 | 1 | 9 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 |
| 0+ | 2− | 2 | 2− | 4—3 | 4—3 | 3 | 3—4 | 3—4 |
| 0+ | 2− | 3± | 2− | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 00 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 4—3 | 4 | 0+ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 0+ | 0+ | 0+ | 0+ | 0 |
| 0+ | 0 | 3− | 4 | 3—4 | 0+ | i | i | i |
| 0+ | 0 | 0-00 | 0+ | 4 | 0+ | i | i | i |
| i | 2± | 3± | i | i | i | i | i | i |
| 4 | 4− | 4− | 4− | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 |
| i | 00 | 00 | 00 | i | i | i | i | i |

Gruppen bei 18—20° [1]) im Gewächshaus und im Feld

| Gruppe III | | | | Gruppe IV | | | Gruppe V | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 27 | 53 | 26 | 2 | 8 | 4 | 1 | 9 |
| i | 2+ | 3± | i | i | i | i | i | i |
| 3—4 | — | — | 3—4 | 2-3 | — | — | 4 | 3—4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 0+ | 0+ | 0+ | 0+ | 0 |
| 3—4 | — | — | 3—4 | 3-4 | — | 3 | 2—3 | — |
| 2—3 | 2—3 | — | — | — | — | 2—3 | 0—1 | 0 |
| 4 | — | — | 4 | 4 | — | — | — | 0 |
| 4 | — | — | 4 | 4 | 4 | — | — | 4 |
| 3—4 | — | — | 4 | 4 | — | — | 4 | — |
| 4 | — | — | 4 | 4 | — | — | — | — |
| 0 | — | — | 0-1 | 3—4 | 0 | 0 | 00 | 0 |
| 0 | 0 | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| 0 | 0 | — | 0 | — | 0 | 0 | — | 4 |
| 0 | 0 | — | 0 | — | 0 | 0 | — | 4 |
| 2+ | — | — | 2—3 | 0—1 | — | — | 2—3 | 2—3 |
| 2—3 | — | — | 3± | 4 | — | — | — | 4 |
| 0—2 | — | — | 0-1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3—4 | — | — | 4 | 3—4 | — | — | 4 | 4 |
| 4 | 4 | — | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | — | — | — | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Typisch für Holland ist vor allem die Rasse 7. Wahrscheinlich hängt das zusammen mit dem verstärkten Anbau des Winterweizens Carsten V, der gerade von dieser Rasse besonders häufig befallen wird, eine Erscheinung, die man auch in Deutschland ganz deutlich beobachten konnte.

Allerdings werden von Rasse 7 auch viele Dickkopfweizen infiziert, die in Holland noch häufig angebaut werden, so daß die Rasse 7 Gelegenheit hat, sich auch auf diesen Sorten stark zu vermehren. Neben dieser Rasse,

Tabelle 4

Auftreten einzelner Rostrassen an den verschiedenen Stationen in den einzelnen Jahren 1932—1939

| Jahr | Frankreich | | Holland | | Schweden | Deutschland | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Verrières | Versailles | Wageningen | Mensingeweer | Svalöf | Versuchsfeld Halle | |
| 1932 | (9) schwach | (2) | 3 | | 8 | *4*; 26; 1 | |
| 1933 | (2) (9) schwach, (8?) | **3; 4** | — wenig Rost | | 8 | 3 | |
| 1934 | 8 **2; 3** | 8, (2) **3; 24** | **7; 23** | | 8; (9) | *8*; 3; 1 | |
| 1935 | 6 (2) **3** | 2; **24** | (9) (2); **7; 23** | 7 (9)* | 8 | *8*; 7 | |
| 1936 | (9) (8?) 2 | ? (9) (8?) | (9) (8) | (9) (8)* | 8 | *8*; 7; 4; (1) | |
| 1937 | 2; 25; (9) | (2) 9 | (2) (7) | (7)* | — | 8 | |
| | | | | | | Winterweizen | Sommerweizen |
| 1938 | (2) (9) | 2; 3; 7; (9), 53,24 | 27, 8, 7 | (9) (7)* | (2)? 8 (9) | 8; *3*; 7: 27 | *1*; *9* |
| 1939 | 2; 24; (7) (9) 53 | (2) 26; (9) 24 | 3, 2, 7 | (9) 7; 8 | 8 | 8; 3; 7; 27 | *2*; *1* |
| 1940 | | | | | | 8, 6, *57*/ Chin. 27; 2; 9; 1 | 7; 27; *2*; *9*; 1 |

* = es muß eine Rasse auftreten, die die Chinesenkreuzungen besonders stark befällt.

Zahlen in Klammern: Rassen, die zu vermuten sind nach Befall auf dort angebautem Testsortiment.

Zahlen ohne Klammern: Rassen, die in Halle nach Proben bestimmt sind, die an den verschiedenen Anbaustationen genommen waren.

Zahlen dick gedruckt: Rassen durch Gassner und Streib bestimmt, aus Proben von denselben Stationen im selben Jahr (2, 3, 12, 13. 14).

Die in Kursiv gesetzten Rassen waren vorherrschend.

die fast in jedem Jahr vertreten ist, konnten in Holland noch mehrere Rassen festgestellt werden, die in geringem Ausmaß verbreitet sind.

Für Schweden war im Laufe der Jahre die Rasse 8 immer wieder typisch; denn sie wurde jedes Jahr aus den von dort eingesandten Proben isoliert. Diese Rasse befällt wie Rasse 7 besonders stark alle Dickkopfweizen, allerdings nicht Carsten V. Es ist uns nicht bekannt, welche schwedischen Sorten gerade von Rasse 8 bevorzugt werden.

In Tabelle 3a ist der Befall aller in den Untersuchungsgebieten festgestellten Rassen auf dem Testsortiment dargestellt, und zwar kann man die einzelnen Rassen nach ihrem Befall auf dem Testsortiment in Gruppen zusammenfassen, innerhalb derer die eine Rasse durch eine andere ersetzt werden kann. Wenn wir also nach dem Befall der Sorte Ridit annehmen, daß die Rasse 9 aufgetreten ist, so kann ebensogut Rasse 1 den Befall verursacht haben, da beide Rassen Ridit befallen. Gruppe I ist die schwächste Gruppe, Rasse 24 befällt nur Gerste und wurde in Holland festgestellt. Rasse 25 wurde auf Hordeum murinum in Verrières gefunden. Die Rassen aus Gruppe II (6 und 8) befallen nur die ersten 3 resp. 4 Testsorten. In Gruppe III sind alle die Rassen zusammengefaßt, die Carsten V befallen; von Gruppe IV werden hauptsächlich die französischen Weizen Bon fermier und Vilmorin 23 befallen, Rasse 2 zeigt außerdem noch Typ 4 auf Spaldings prolific und Rouge prolifique barbu, die von vielen anderen Rassen nur mit 0—1 befallen werden. Gruppe V (1 u. 9) ist deshalb besonders wichtig, weil ihre Rassen den sonst gegen alle anderen Rassengruppen resistenten Heines Kolben befallen und damit auch viele unserer deutschen Sommerweizen, und, wie wir später sehen werden, auch die meisten ursprünglich als Resistenzeltern eingekreuzten Sorten.

Der Austausch in den Jahren 1932—1935 an den einzelnen Stationen wurde so vorgenommen (Tab. 5), daß der Wechsel zwischen Frankreich und

Schweden (Svalöf) (Spalte 1—3) oder Frankreich und Holland (Wageningen) (Spalte 4—6) stattfand. Zum Schluß wurden die so geprüften Populationen noch einmal in Halle angebaut, so daß die Populationen aus den verschiedenen Austauschreihen (Spalte 1, 3, 4, 6) im Jahr 1935 alle nebeneinander in Halle infiziert werden konnten.

Der Anbau der Populationen in Frankreich (sowohl in Verrières als auch in Versailles) wurde 2 Jahre hintereinander an derselben Station vorgenommen, weil an beiden Orten 1932 der Befall äußerst gering war. Daneben fand der Wechsel noch so statt, daß die Populationen zuerst in Svalöf bzw. Wageningen geprüft wurden, um erst später in Frankreich (Verrières bzw. Versailles) (Spalte 3 bzw. 6) angebaut zu werden. Weiter ist aus der Tabelle 3 a zu ersehen, wie stark (+ + +) im allgemeinen das Auftreten des Rostes an den einzelnen Stationen in den verschiedenen Jahren war, daneben sind noch die dort vorgekommenen Rassen eingetragen. In Spalte 2 bzw. 5 befinden sich die Ergebnisse bei einem nur einmaligen Anbau in Verrières bzw. Versailles, dann Prüfung in Halle auf dem Versuchsfeld und zuletzt Infektion der hier resistent gebliebenen Pflanzen im Gewächshaus. Es folgen hier also eine Feld- und Gewächshausprüfung in 2 Jahren aufeinander. In der Tabelle 3 b sind dann entsprechend der Anordnung von Tabelle 3 a (Spalte 1—6) die Befallsprozente der einzelnen Populationen bei ihrem jeweiligen Anbau an den bestimmten Stationen eingetragen.

Die Auslese wurde meist durch die Verfasserin selbst zur Zeit des höchsten Befalls (Anfang Juni in Frankreich und Anfang Juli in Holland) vorgenommen, für die Versuche in Schweden übernahm es liebenswürdigerweise Professor Åkerman, diese Arbeit durchführen zu lassen.

Zuerst seien die Winterweizenkreuzungen mit den resistenten Chineseneltern besprochen. Im allgemeinen können wir hier keine besonders hohen Befallsprozente erwarten, da die Resistenz des Chinesenelters dominant und durch mehrere Faktoren vererbt wird (5, 4).

In Spalte 1 (also bei zweimaligem Anbau in Verrières, spätere Auslese in Svalöf und zuletzt in Halle) sieht man ganz deutlich, daß durch die mehrjährige Auslese allmählich ein Rückgang des Befalls zu beobachten ist. Diese Tendenz kommt um so deutlicher zum Ausdruck, da der Rost in den einzelnen Jahren 1933—35 durchgehend sehr heftig aufgetreten war. Dieselben Ergebnisse erhielt man auch bei einer zweimaligen Auslese in Versailles mit anschließender Prüfung in Wageningen und später Halle (Spalte 4). Aber im ganzen ist der Abfall nicht so stark und regelmäßig, weil bei dieser Reihenfolge der Rost an den einzelnen Stationen nicht so stark auftrat, und somit ein ganzer Teil Pflanzen als resistent stehen blieb, die ihrer genetischen Konstitution nach anfällig waren. Wie ausschlaggebend die tatsächlich geringe Verbreitung und damit unregelmäßige Infektionskraft des Rostes sein kann, zeigt sich bei dem umgekehrten Austausch (Spalte 3 und 6), wo die Population zuerst in Svalöf bzw. Wageningen angebaut wurde und dann (1934) in Frankreich (Verrières bzw. Versailles). In diesem Jahre war an beiden Stationen der allgemeine Rostbefall besonders schwach, da der Sommer besonders heiß und trocken war, und damit die Verbreitung und Entwicklung des Rostes schon früh abbrach, so daß jedesmal bei einem Nachbau in Halle die Befallsprozente dem vorhergehenden Jahr gegenüber steigen. Diese ungenügende Auslese durch zu schwachen Befall und damit Weiterführung mancher Anfälligen wirkt sich bei dem Austausch Wageningen-Versailles-Halle (Spalte 6) um so stärker aus, als auch 1933 in Wageningen so gut wie keine Auslese vorgenommen werden konnte; nur in der Kreuzung

Tabelle 5a
Austausch der Winterweizenpopulationen

| Jahr | Stationen | Stärke des Befalls | Auf-getret. Rassen | Stationen | Stärke des Befalls | Auf-getret. Rassen | Stationen | Stärke des Befalls | Auf-getretene Rassen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Spalte 1 | | | Spalte 2 | | | Spalte 3 | | |
| 1932 | Vilm. | + | *9* | Vilm. | + | *9* | Halle | + | *4*; 26, (1) |
| 1933 | Vilm. | +++ | *2*; 8? *9* | Halle, Feld | +++ | *3*; 4 | Sv. | + | 8 |
| 1934 | Sv. | +++ | 8, 9 | Halle, Gew.-H. | | 3; *8* | Vilm. | + | *2*; 3, 8 |
| 1935 | Halle | +++ | *8*, 7 | | | | Halle | +++ | *8*; 7 |

Erklärung der Zeichen:

Vilm = Verrières, Saatzuchtwirtschaft Vilmorin.
Vers. = Versailles, Staatliche Forschungsanstalt.
Sv. = Svalöf, Landessaatzuchtanstalt.
Halle = auf dem hiesigen Versuchsfeld der Universität.
Halle, Gew.-H. = Infektionen an Keimlingspflanzen im Gewächshaus.

Tabelle 5b
%-Befall der einzelnen Populationen

| | Spalte 1 | Spalte 2 | Spalte 3 | Spalte 4 | Spalte 5 | Spalte 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Population $8624_{28}$ Chinese 166 × Panzer III** | | | | | | |
| 1932 | 10.0 | 10,0 | 12.7 | 10.0 | 10,0 | 12.7 |
| 1933 | 30,0 | 39,7 | 24.4 | 0.0 | 30.3 | 5,0 |
| 1934 | 18.4 | 6.8 | 3.0 | 5.0 | 22,7 | 6,0 |
| 1935 | 1,7 | — | 11,4 | 5,1 | — | 21,0 |
| **Population $2060_{29}$ Chinese 166 × Carsten V** | | | | | | |
| 1932 | 20,0 | 20,0 | 15.5 | 10.0 | 10,0 | 15,5 |
| 1933 | 80,0 | 48,7 | 13.5 | 40,0 | 41,9 | 40,0 |
| 1934 | 54,0 | 2,1 | 1,0 | 4,0 | 3,9 | 6.0 |
| 1935 | 7,1 | — | 9.3 | 6.1 | — | 25,0 |
| **Population $8503_{28}$ Chinese 165 × Carsten V** | | | | | | |
| 1932 | ? | ? | 16.3 | 10.0 | 10,0 | 16.3 |
| 1933 | 60 6 | 44,6 | 7,7 | 30.0 | 25.8 | 2,0 |
| 1934 | 61,9 | 3,6 | 0,0 | 6,0 | 0,8 | 6,0 |
| 1935 | 5,0 | — | 11.4 | 4,1 | — | 31,0 |
| **Population $8740_{28}$ Chinese 166 × Rimpaus früher Bastard** | | | | | | |
| 1932 | 20,0 | 20,0 | 20.2 | 30,0 | 30,0 | 20,2 |
| 1933 | 40,0 | 24,9 | 5.0 | 15.0 | 12,0 | 8,0 |
| 1934 | 28,4 | — | 3,0 | 5,0 | — | 13,0 |
| 1935 | 1.6 | — | 6.0 | 2.5 | — | 5.1 |

Chinese 166 × Carsten V zeigte sich 1933 mehr Befall, was vielleicht mit einer besonders starken Infektion gerade nur dieser Population zu erklären ist. Der mäßige Befall 1934 aber läßt trotz dieser ziemlich starken Auslese im Vorjahr in Halle die Befallsprozente noch einmal steigen.

Daß aber tatsächlich eine Vorauslese im Felde sich auch bei weiterer Infektion des ausgelesenen Materials im Gewächshaus auswirkt, — d. h. die im Felde als resistent ausgelesenen Pflanzen sich bei künstlicher Infektion im Keimlingsstadium auch weiter resistent zeigen, wenn sie nicht spalten — bringen die Ergebnisse aus Spalte 2 und 5, in denen wir jedesmal einen deutlichen Abfall des Befalls bei Gewächshausinfektion nach vorangegangener

an den verschiedenen Stationen 1932—1935

| Stationen | Stärke des Befalls | Aufgetretene Rassen | Stationen | Stärke des Befalls | Aufgetretene Rassen | Stationen | Stärke des Befalls | Aufgetretene Rassen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spalte 4 | | | Spalte 5 | | | Spalt 6 | | |
| Vers. | + | 9? 2 | Vers. | + | 9? 2 | Halle | + | *4*; 26 (1) |
| Vers. | ++ | 2; 3; 4 | Halle, Feld | +++ | *3*; 4 | Wag. | (+) | ? |
| Wag. | + | 7; 23 | Halle, Gew.-H. | | 3; *8* | Vers. | + | 2, 3, 8 |
| Halle | +++ | *8*; 7 | | | | Halle | +++ | *8*; 7 |

+++ = Befall sehr stark, + = Befall schwach,
++ = Befall mittel, (+) = Befall sehr schwach.
Kursiv-Zahlen = die betreffenden Rasssen sind vorherrschend.
Zahlen in ( ) = Rasse nur wenig vorhanden.

an den einzelnen Stationen

| | Spalte 1 | Spalte 2 | Spalte 3 | Spalte 4 | Spalte 5 | Spalte 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Population $8568_{28}$ General von Stocken × Chinese 166 | | | | | | |
| 1932 . . . . . . . . | 15.0 | 15,0 | 18,7 | 30,0 | 30,0 | 18,7 |
| 1933 . . . . . . . . | 30,0 | 33,5 | 15,0 | 30,0 | 44,6 | 3.0 |
| 1934 . . . . . . . . | 24,2 | 23,0 | 2,0 | 6.0 | — | 0,0 |
| 1935 . . . . . . . . | 4,6 | — | 17,8 | 35,0 | — | 54.1 |
| Population $7237_{27}$ Ridit × General von Stocken | | | | | | |
| 1932 . . . . . . . . | 3,0 | 3,0 | 19,5 | 40,0 | 40,0 | 19,5 |
| 1933 . . . . . . . . | 30,0 | 38,7 | 19,7 | 5,0 | 45,0 | 8,0 |
| 1934 . . . . . . . . | 44,0 | — | 0,0 | 0,0 | — | 2,5 |
| 1935 . . . . . . . . | 4.1 | — | 8,8 | 11,8 | — | 17,5 |
| Population $7242_{27}$ Ridit × Kronen | | | | | | |
| 1932 . . . . . . . . | 1,0 | 1,0 | 8,2 | 5,0 | 5,0 | 8.2 |
| 1933 . . . . . . . . | 20,0 | 25,0 | 8.0 | 0,5 | 15,2 | 0,0 |
| 1934 . . . . . . . . | 37,0 | — | 1,0 | 0,0 | — | 0.0 |
| 1935 . . . . . . . . | 0,9 | — | 13,1 | 12,3 | — | 8,1 |
| Population $7247_{27}$ Ridit × $44_{26}$ | | | | | | |
| 1932 . . . . . . . . | 40,0 | 40,0 | 8,8 | 30,0 | 30,0 | 8,8 |
| 1933 . . . . . . . . | 30.0 | 24.0 | 3,0 | 0,0 | 16,1 | 20,0 |
| 1934 . . . . . . . . | 52.1 | — | 0,0 | 1,0 | — | 0,6 |
| 1935 . . . . . . . . | 9,2 | — | 8,9 | 3,4 | — | 6,5 |

Feldauslese beobachten können (nicht so deutlich zu erkennen bei der Kreuzung: Chinese 166 × Panzer III, Spalte 5). Die Riditkreuzungen wurden im Gewächshaus **nicht** untersucht, da sie im Keimlingsstadium mehr oder weniger anfällig sind.

Bei den Chinesenkreuzungen konnte sich ein Einfluß bestimmter Rassen auf den Befall nicht auswirken, da die Chineseneltern gegen alle bis dahin aufgetretenen Rassen resistent waren. Bei den **Riditkreuzungen** dagegen ist ein Einfluß der Rasse 9, die den Riditelter besonders stark befällt, ganz deutlich zu bemerken und zwar in Spalte 1. Hier konnte 3 Jahre hintereinander (1932—1934) die Rasse 9 bei der Auslese verschieden stark

wirksam sein. Zu einem 100prozent. Befall kommt es aber nie, da die jeweiligen Kreuzungspartner gerade Resistenz gegen diese Rasse mehr oder weniger mitbringen (siehe Tab. 3 b). Ebenso kann man wegen des verhältnismäßig hohen Befalls vermuten, daß 1932 auch in Versailles diese Rasse 9 bzw. 1 aufgetreten ist, um so mehr, da an dieser Station diese Rasse in den einzelnen Jahren später immer wieder vertreten war. Im allgemeinen ist der Befall bei der Kreuzung Ridit × Kronen am geringsten, was an der ausgesprochen starken Resistenz von Kronen der Rasse 9 gegenüber liegen mag.

Wie ausschlaggebend aber manchmal das Vorhandensein ganz bestimmter Rassen sein kann, zeigt ein Blick auf die Ergebnisse der Sommerweizenkreuzungen. Hier hat der Austausch in ähnlicher Weise stattgefunden (Tab. 6), nur sind wegen zu schwachen Befalls in Frankreich 1932 die Gewächshausinfektionen weggefallen.

Der vollkommene Befall der Kreuzungspopulationen mit $1014_{27}$ zeigt deutlich, wie stark die Rasse 2 hier verbreitet gewesen sein muß, die gerade $1014_{27}$ befällt, während sonst dieser Stamm gegen alle anderen Rassen resistent ist (Tab. 3 b). Am deutlichsten kommt die Wirkung der Rasse 2 in

Tabelle 6

Austausch der Sommerweizenpopulationen an den verschiedenen Stationen 1932–1935

| Jahr | Stationen | Stärke des Befalls | Aufgetretene Rassen | Stationen | Stärke des Befalls | Aufgetretene Rassen | Stationen | Stärke des Befalls | Aufgetretene Rassen | Stationen | Stärke des Befalls | Aufgetretene Rassen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Spalte 1 | | | Spalte 2 | | | Spalte 3 | | | Spalte 4 | | |
| 1932 | Vilm. | (+) | 9 | Halle | + | *4*; 26; (1) | Vers. | + | 2 | Halle | + | *4*; 26; (1) |
| 1933 | Vilm. | +++ | 2; 8?; 9 | Sv. | + | 8 | Vers. | + | 9?; 2; 3; 4 | Wag. | (+) | ? |
| 1934 | Sv. | + | 8; 9 | Vilm. | + | 9?; *2*; 3; 8 | Wag. | + | 7; 23 | Vers. | + | 24(2); 3; 8 |
| 1935 | Halle | +++ | *8*; 7 | Halle | +++ | *8*; 7 | Halle | +++ | *8*; 7 | Halle | +++ | *8*: 7 |

Pop. $5182_{29}$, $1014_{27}$ × Heines Japhet

| | Spalte 1 | Spalte 2 | Spalte 3 | Spalte 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1932 | nicht ausgezählt | | | |
| 1933 | 100,0 | 0,0 | 100,0 | 0 |
| 1934 | — | 100,0 | — | 100,0 |
| 1935 | — | — | — | — |

Pop. $10205_{28}$, $1014_{27}$ × Normandie

| | Spalte 1 | Spalte 2 | Spalte 3 | Spalte 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1932 | nicht ausgezählt | | | |
| 1933 | 100.0 | 32,3 | fehlt | — |
| 1934 | — | 18,0 | | 66,0 |
| 1935 | — | 1,5 | | 7.7 |

Pop. $4807_{30}$ Saumur × Hohenheimer 25f.

| | Spalte 1 | Spalte 2 | Spalte 3 | Spalte 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1932 | — | 50,0 | — | fehlt |
| 1933 | 100,0 | 75,9 | 100,0 | |
| 1934 | — | 100.0 | — | |
| 1935 | — | — | — | |

Pop. $5024_{30}$ Saumur × Heines Japhet

| | Spalte 1 | Spalte 2 | Spalte 3 | Spalte 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1932 | — | 60,0 | 20,0 | 60,0 |
| 1933 | 30,0 | 38,3 | 10,0 | 62,9 |
| 1934 | 4,1 | 10,0 | — | 32,0 |
| 1935 | 3,3 | 2,2 | 3,2 | 2,9 |

Pop. $5136_{29}$ Blausamtiger Kolben × Peragis

| | Spalte 1 | Spalte 2 | Spalte 3 | Spalte 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1932 | — | 80,0 | — | — |
| 1933 | 60 0 | 45,2 | — | — |
| 1934 | 50,0 | 16,0 | — | — |
| 1935 | 22,4 | 3,7 | — | — |

Pop. $10148_{28}$ Peragis × Normandie

| | Spalte 1 | Spalte 2 | Spalte 3 | Spalte 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1932 | nicht ausgezählt | | | |
| 1933 | 60,0 | 49,3 | 40,0 | 60,0 |
| 1934 | 9,7 | 5,0 | 0,0 | 24,0 |
| 1935 | 6,3 | 5,0 | 4,0 | 2,5 |

Pop. $5009_{30}$ Normandie × Heines Japhet

| | Spalte 1 | Spalte 2 | Spalte 3 | Spalte 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1932 | — | — | 30,0 | — |
| 1933 | 30,0 | — | 15,0 | 56,2 |
| 1934 | 4,9 | 0,0 | 0,0 | 12,0 |
| 1935 | 1,5 | 2,2 | 1,3 | 1,2 |

Pop. $10225_{28}$ Garnet × Rimpaus rote Schlanstedter

| | Spalte 1 | Spalte 2 | Spalte 3 | Spalte 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1932 | nicht ausgezählt | | | |
| 1933 | 50,0 | 19,2 | 35,0 | 0,0 |
| 1934 | 5,3 | 20,0 | 0,0 | 23,6 |
| 1935 | 1,6 | 1,6 | 0,5 | 0,7 |

der Kreuzung $1014_{27}$ × Heines Japhet zum Ausdruck, wo beide Eltern gerade gegen diese Rasse anfällig sind. In der anderen Kreuzung $1014_{27}$ × Normandie ist ein 100prozent. Befall nur einmal, 1933, in Verrières zu beobachten, wo Rasse 2 und Rasse 9 zusammen gewirkt haben müssen, denn Normandie ist resistent gegen Rasse 2, aber anfällig gegen die dort auch vorgekommene Rasse 9. Allerdings hätten einzelne Pflanzen mit einer Resistenz gegen beide herausspalten können, da die Resistenz gegen beide Rassen durchaus kombinierbar ist (11) und auch in Halle beobachtet werden konnte; vielleicht sind aber solche vereinzelte Typen bei der Feldauslese übersehen worden.

1934 hätte sich bei dieser Kreuzung auch die gleiche Wirkung zeigen müssen, aber der allgemeine Befall war längst nicht so stark. Außerdem waren die Pflanzen bei der Auslese schon älter als 1933, wo sie gerade zu Beginn des Schossens ausgelesen wurden, eine für die Rostinfektion allgemein günstigere Periode, sowohl zeitlich (kühlere Temperaturen) als auch stadienmäßig; denn jede Pflanze wird letzten Endes mit zunehmendem Alter resistenter, vor allem bei Beginn des Abwelkens der Blätter.

Bei den Saumurkreuzungen haben wir auch noch einmal einen 100prozent. Befall an den verschiedenen Stationen in den einzelnen Jahren. Dieses Mal ist es Rasse 9, gegen die beide mit Saumur eingekreuzten Eltern anfällig sind.

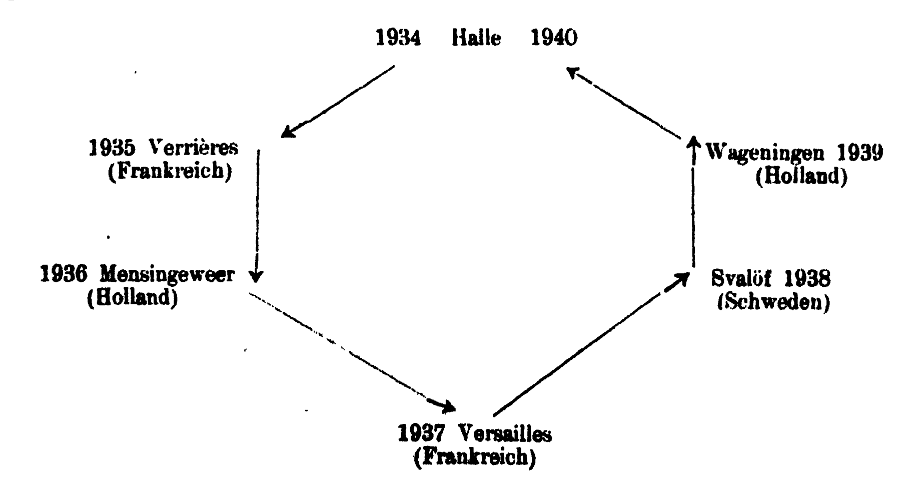
Wenn aber trotzdem die Kreuzung von Saumur mit Hohenheimer 25f höher befällt als jene mit Heines Japhet, so könnte man sich diese Tatsache nach den von Olah (8) mit anderem Material gefundenen Ergebnissen erklären. Danach kann sich die Resistenz sowohl, als auch die Anfälligkeit jedesmal durch mehrere Faktoren vererben, und zwar richtet sich das Vorwiegen resistenter oder anfälliger Typen bei der Aufspaltung einmal nach dem Vorhandensein der Resistenzgene, zum andern ist auch noch die Anzahl der Anfälligkeitsgene der einzelnen Kreuzungspartner von ausschlaggebender Bedeutung. In diesem Falle müßte also Hohenheimer 25f mehr Anfälligkeitsgene enthalten als Heines Japhet. Daß tatsächlich Heines Japhet ein Kreuzungspartner ist, der weniger Anfälligkeit vererbt, zeigt auch die Kreuzung von Normandie × Heines Japhet, in welcher ähnliche Befallsprozente zu beobachten sind wie in der Saumurkreuzung. Von Peragis wiederum ist zu vermuten, daß für seine Anfälligkeit mehr Anfälligkeitsgene verantwortlich sind. Auf jeden Fall stellte sich bei diesen Versuchen heraus, daß sich Sorten, die im Gewächshaus bei künstlicher Infektion übereinstimmend Typ 4 zeigen, als Kreuzungselter verwendet, ganz verschieden in der Nachkommenschaft auswirken können, ohne ausgesprochen feldresistente Typen zu sein.

In den eben besprochenen Kreuzungen sind Normandie und Saumur aber bis zu einem gewissen Grade als ähnlich wirkende Kreuzungspartner anzusprechen, da sie beide anfällig gegen Rasse 9 sind und ihre Resistenz in derselben Weise vererben (4), nämlich rezessiv. Allerdings wurden diese Vererbungsstudien nur mit der einen Rasse 2 für beide Sorten durchgeführt. Betrachtet man aber im ganzen die Sommerweizenkreuzungen, so sieht man, daß im allgemeinen die Befallsprozente in den ersten Jahren verhältnismäßig hoch (40—60%) liegen, wenn nicht der allgemeine Sommerweizenbefall ziemlich schwach war. Diese hohen Befallsprozente (selbst 15—30% bei geringer Verbreitung des Rostes) sind darauf zurückzuführen, daß die Resistenz dieser Eltern (6, 4) rezessiv durch einen Faktor vererbt wird, also am Anfang vorwiegend Anfällige auftreten müssen. Sind aber diese erst einmal entfernt, so bleiben nur die Resistenten zurück. Es ist allerdings möglich,

daß ein Teil heterozygoter als anfällige nicht ausgeschieden werden, da nach Straib (15) heterozygote Pflanzen im Feldbestand die Tendenz zeigen, schwächer zu befallen, also auf Umwelteinflüsse bereitwilliger reagieren als die homozygoten. Diese Heterozygoten aber spalten wieder einen Teil resistenter Pflanzen ab, während die anfälligen im nächsten Jahr bei der Auslese noch ausgeschieden werden können, so daß auf die Dauer der Bestand an Resistenten sich doch sichtlich vermehren muß, eine Tatsache, die auch deutlich bei den Sommerweizenkreuzungen durch starkes Abfallen der Befallsprozente im Laufe der Jahre zum Ausdruck kommt.

Wichtig an diesen Untersuchungen für die Züchtungsarbeit in Halle war die Möglichkeit, in Frankreich 1932—1934 auf Resistenz gegen Rasse 2 und 9 auszulesen, die bis dahin in Halle für künstliche Infektionen noch nicht zur Verfügung standen. Es konnte dadurch frühzeitig die Erkenntnis gewonnen werden, daß die Resistenzeltern für Sommerweizen, wie $1014_{27}$, Saumur, Blausamtiger Kolben und bis zu einem gewissen Grade auch Normandie, noch nicht in ihrer Resistenz allen Rassen gegenüber genügen, sondern noch weiter mit solchen Sorten eingekreuzt werden müssen, die gegen diese Rassen 2 bzw. 9 resistent sind. Andernfalls mußte man neue Resistenzeltern für die Züchtung heranziehen, wie z. B. den feldresistenten amerikanischen Sommerweizen Garnet (Tab. 3b) oder resistente Zuchtstämme, die aus der Kreuzung Garnet × Peragis gewonnen waren. Ferner zeigte es sich ganz deutlich, daß das Vorhandensein einer Rasse allein nicht genügt, um auf Resistenz bzw. Befall in den einzelnen Populationen auszulesen, sondern der Rost muß auch allgemein reichlich über die Versuchsfläche verbreitet sein, sonst sind die Befallsprozente der einzelnen Populationen unsicher und geben keine zuverlässigen Anhaltspunkte für das genetisch bedingte Verhalten des Zuchtmaterials. Gleichzeitig wirkte sich der geringe Befall einzelner Jahre durch ungenügende Infektion bei weiterem Anbau dahin aus, daß die Befallsprozente im folgenden Jahre und an anderen Stationen wider die Erwartung unverhältnismäßig hoch ansteigen.

Nachdem der erste Austausch, der über 4 Jahre lief, diese für die Züchtung nützlichen Ergebnisse gebracht hatte, entschloß man sich, neues Zuchtmaterial noch einmal in Prüfung zu geben. Dieses Mal sollte aber jede Population durch alle Austauschstationen hintereinander gegangen sein. Halle selbst war in den Turnus mit einbegriffen. Das Austauschschema gestaltete sich also wie folgt:



Im Jahr 1935 wurde das gleiche Populationsmaterial an alle Stationen geschickt, von wo dann jede Population ihren Ausgang für den Kreislauf nahm, so daß dieselbe Population in den einzelnen Jahren in sechsmal verschiedener Reihenfolge die einzelnen Stationen durchlief (Tab. 7). 1940 wäre dann der Kreislauf abgeschlossen gewesen, und 1941 wären die Herkünfte aus den einzelnen Kreisläufen nebeneinander noch einmal in Halle im Rostgarten geprüft worden. An den einzelnen Befallszahlen hätte man ersehen können, ob im Laufe der Zeit in jedem Turnus allmählich die anfälligen ausgemerzt worden wären, oder aber durch ungleichmäßigen Befall in den einzelnen Jahren an den verschiedenen Stationen gewisse Reihenfolgen sicherer ausgelesen hätten als andere, was sehr wohl denkbar wäre, da ja der Rostbefall nicht in jedem Jahr an den verschiedenen Stationen gleich stark aufgetreten ist. Durch den Krieg wurde aber die Versuchsreihe vorzeitig abgebrochen. Das letzte Jahr, 1940, fiel für weiteren Austausch ganz aus. Die Stationen der neutralen Länder konnten das Saatgut der Ernte 1939 noch schicken [1]). So wurde wenigstens das Saatgut von Wageningen und Mensingeweer aus Holland und von Svalöf aus Schweden nebeneinander in Halle angebaut. Leider sind die Winterweizen dieser Prüfung in Halle nicht vollständig auszuwerten, da bei dem besonders strengen Winter 1939/40 der größte Teil auswinterte.

Zum Austausch kamen bei den Winterweizen wieder verschiedene Riditkreuzungen als feldresistente Typen, die zum Teil mit denselben, zum Teil mit anderen Kreuzungspartnern noch einmal angesetzt waren.

Als keimlingsresistente Populationen wurden die Kreuzungsnachkommenschaften mit 3 verschiedenen Chinesenstämmen ($417_{31}$, $429_{31}$, $435_{31}$) angesetzt, die alle Kreuzungen von Chinese 166 × Strubes Squarehead sind. Leider gingen die eingekreuzten Stämme verloren, so daß nie nachgeprüft werden konnte, ob sie dieselbe Resistenz wie ihre Eltern (Chinese 166) gegenüber allen auch noch später verwendeten Rassen (7, 27, $571_{\text{Chin.}}$) besitzen. Da aber zu der Zeit, als die Stämme eingekreuzt wurden, noch nicht ein so umfangreiches Rassenmaterial zur Verfügung stand wie jetzt, besonders Rasse 7 anfangs manchmal fehlte und gewisse Schwierigkeit bei Heranzucht im Gewächshaus machte, so ist es sehr gut möglich, daß diese Stämme nicht die ausschließliche Resistenz wie ihre Eltern besitzen. Man wird in dieser Vermutung bestärkt, da ihre Kreuzungsnachkommenschaften von Rassen wie 27 und $571_{\text{Chin.}}$ mit 70, ja bis zu 100% schon im Felde angegriffen wurden, Rassen, die den Chinese 166 als Keimlingspflanzen aber nur mit Typ 2± oder wie $571_{\text{Chin.}}$ mit 3± infizieren (Tab. 3a). Bestärkt wird diese Annahme noch dadurch, daß andere Chinesenstämme ähnliche Verhältnisse zeigen (s. Tab. 8).

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß diese Stämme gegen alle anderen Rassen dasselbe Verhalten wie ihre resistenten Kreuzungseltern zeigen, nur von den neuen Rassen (7, 27, $571_{\text{Chin.}}$) höher befallen werden als Chinese 166 oder Chinese 165. Das kann daran liegen, daß ihrerseits die Rasse 27 und auch $571_{\text{Chin.}}$ gerade Carsten V und auch Strubes Squarehead (s. oben) besonders stark befallen, so daß die Anfälligkeitsgene dieser Sorten bei den Kreuzungsnachkommenschaften zur Wirkung gekommen sind, und somit den Befallstyp 4 gegenüber diesen Rassen verursachen. Für das Sommerweizen-

[1]) Inzwischen erhielten wir Herbst 1940 das Populationsmaterial, das von der Firma Vilmorin im August 1939 noch geerntet und aufbewahrt wurde. Für die Zusammenstellung der Ergebnisse fand es aber keine Verwendung mehr, da sonst noch ein ganzes Vegetationsjahr hätte abgewartet werden müssen.

Tabelle 7

Auftreten verschiedener Gelbrost-Rassen in den einzelnen Jahren an den des Befalls (+++) sowohl auf Austausch-

| | 1935 | | 1936 | | 1937 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Turnus I | Verrières | | Mensingeweer | | Versailles | |
| Turnus II | Mensingeweer | | Versailles | | Svalöf | |
| Turnus III | Versailles | | Svalöf | | Wageningen | |
| Turnus IV | Svalöf | | Wageningen | | Halle | |
| Turnus V | Wageningen | | Halle | | Verrières | |
| Turnus VI | Halle | | Verrières | | Mensingeweer | |
| | Winterweizen | Sommerweizen | Winterweizen | Sommerweizen | Winterweizen | Sommerweizen |
| Turnus I | ++ | ++ | +++ | — | + spät | ++ (+) früh |
| | 6, 2, 3 | | 8, 9 [1]) | | 2 | 9 |
| Turnus II | +++ | + (+) spät | +++ | + (+) | nichts | |
| | 7, 9 [1]) | | ? 8? 9 | | — | |
| Turnus III | ++ (+) [3]) | +++ | (+) | — | + | + |
| | | | keine Auszählung | | | |
| | 2 | 24 | 8 | | 2, | 7 |
| Turnus IV | (+) | — | +++ | ++ (+) | +++ | +++ |
| | keine Auszählung | | | | | |
| | 8 | | 8 27? | 9 | 8 | |
| Turnus V | | | | | | kommt |
| | ++ | ++ | ++ | ++ | + trocken | +++ |
| | 2, 7 | 9, 23 | 8, 7, 4, (1) | | 2, 9, 25 | |
| Turnus VI | | | | | trocken | |
| | ++ | ++ | +++ | ++ (+) | + spät | |
| | 8, 7 | | 8, 2, 9 | | 7, 27 [1]) | |

[1]) Es muß eine Rasse auftreten, die die Chinesekreuzungen stark befällt. — [2]) Starke stark vertreten. — [3]) Winterweizen noch nicht geschoßt zur Zeit der Bonitierung.

Tabelle 8

| | 8 | 6 | 7 | 27 | 571 Chin. | 26 | 2 | 1 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $1630_{ss}$ Chinese 166 × Carsten V | — | — | 3—4 | 4 | 3—4 | 00 | i | i | i |
| $1641_{ss}$ Carsten V × Chinese 165 | i | i | 0—1 | i | 3—4 schwach | 1 – 2 | i | i | i |
| $1644_{ss}$ Carsten V × Chinese 165 | i | i | i | 4 | 4 | i | i | i | i |
| Chinese 165 . . . . . . . . | o | i | o; i | — | — | i | — | o; i | |
| Chinese 166 . . . . . . . . | i | i | i | 2+ | 3+- | i | i | o | i |

material wurden zum Austausch hauptsächlich Kreuzungen mit Garnet und Garnetstämmen (Peragis × Garnet) gewählt, da sich nach den Erfahrungen in Frankreich im Turnus I die Garnetkreuzungen am resistentesten erwiesen hatten.

In der Besprechung der Ergebnisse aber werden nur die Winterweizenpopulationen behandelt werden, da das Sommerweizenmaterial prinzipiell nichts Neues bringt. Hinzu kommt, daß der neue Sommerweizenturnus ein Jahr später begonnen wurde und deshalb durch das vorzeitige Abbrechen der Versuchsreihe die Ergebnisse noch unvollständiger sind.

Zuerst sollen die Riditkreuzungen besprochen werden (Tab. 9). Hier ist noch einmal die verschiedene Reihenfolge angegeben, in der die einzelnen Populationen sechsmal die Stationen durchliefen (Turnus I—VI). Gleichzeitig sind hier die Befallsprozente der einzelnen Jahre in der Reihenfolge des

verschiedenen Stationen im Laufe des Austausches und die allgemeine Stärke Winter- wie Sommerweizen.
schema

| 1938 | | 1939 | | 1940 | |
|---|---|---|---|---|---|
| Svalöf<br>Wageningen<br>Halle<br>Verrières<br>Mensingeweer<br>Versailles | | Wageningen<br>Halle<br>Verrières<br>Mensingeweer<br>Versailles<br>Svalöf | | Halle<br>— (Verrières)<br>— (Mensingeweer)<br>Halle (Versailles)<br>— (Svalöf)<br>Halle (Wageningen) | |
| Winterweizen | Sommerweizen | Winterweizen | Sommerweizen | Winterweizen | Sommerweizen |
| +<br>8, 9, 2(?) | (+) | +[2]<br>7, 2? 3 | (+) | +++<br>*571* Chin. *27,2*<br>6, 8, *9*, *1* | +++<br>*2. 9, 1*<br>27, 7, 26 |
| ++<br>*8*; 7; 27 | + | +++<br>8, 7, *2* | +++<br>3, 27, *1* | | |
| +++<br>8, 7. *3* | +++<br>27<br>*1*, *9* | + (+)<br>2, 7, 53, 9. 24 | +++ | | |
| ++<br>2. | ++ (+)<br>9 | +++<br>8, 7, *9* | + | +++<br>*571* Chin. *27,2*<br>6, 8, *9*, *1* | +++<br>*2, 9, 1*<br>27, 7, 26 |
| +++<br>7, 27, 9 [1] | ++ | + (+)<br>2, 26, 9, 24 | +++ | | |
| ++<br>7, 2, 3, 9, 53 | +++ | +<br>8 | — | +++<br>*571* Chin. *27,2*<br>6. 8, *9*, *1* | +++<br>*2, 9, 1*<br>27, 7, 26 |

Auswinterung, Zahlen deshalb ungenau. Sind die Zahlen kursiv, so ist die betreffende Rasse

Austausches geordnet. In Tabelle 7 sind die Angaben über das Auftreten der verschiedenen Rostrassen und über die allgemeine Stärke des Befalls (+ bis +++) in den einzelnen Jahren an den verschiedenen Stationen enthalten. Die Voraussetzungen für die Ergebnisse sind ähnliche wie beim ersten Turnus. Rasse 9 oder 1 aus Gruppe V sind für diese Kreuzung die beiden aggressivsten Rassen.

Einzelne Kreuzungspartner (Kronen, Panzer III und Carsten V) sind gerade gegen diese Rassen ziemlich resistent (1, 7), so daß aus einer Kombination von Ridit mit einer dieser Sorten Typen mit vollkommener Resistenz zu erwarten sind, während man aus Kreuzungen mit anderen Elternsorten (Strubes Kreuzung 56 und General von Stocken) bei Auftreten von Rasse 9 oder 1 mit sehr hohem Befall der Populationen rechnen muß, was sich auch bei der Kreuzung Ridit × Strubes Kreuzung 56 im Turnus II 1935 vollauf bestätigte.

Im übrigen zeigt sich diese stärkere Anfälligkeit gegen Rasse 9 bzw. 1 bei den beiden Kreuzungen auch deutlich im Turnus V 1936—38, wo in jedem Jahr eine von diesen beiden Rassen an den verschiedenen Stationen vertreten war (Tab. 7). Daß aber im Laufe der Jahre in diesem Turnus ziemlich alle anfälligen Pflanzen entfernt worden sind, beweist der scharfe Abfall 1939, wo trotz Vorhandenseins von Rasse 9 kein starker Befall mehr zu beobachten ist. Umgekehrt war im Turnus III in den Jahren von 1935 bis 1937 Rasse 9 überhaupt nicht aufgetreten (Tab. 7), so daß in dieser

Zeit nur auf Befall von anderen Rassen ausgelesen werden konnte; infolgedessen ist im Jahr 1938, wo zum erstenmal Rasse 9 wirksam ist, überall ein starkes Ansteigen im Befall zu beobachten. Allerdings genügt eine einmalige scharfe Auslese gegenüber Rasse 9 nicht, um sämtliche Anfälligen mit einemmal zu entfernen, besonders nicht, wenn Jahre dazwischen liegen, in denen diese Rasse nicht wirksam sein konnte. In einem solchen Fall ist bei nochmaligem Auftreten von Rasse 9 wieder ein Ansteigen des Befalls zu beobachten, wenn auch nicht zu der Höhe wie bei der ersten scharfen Auslese (Turnus IV 1936 u. 1939). Der Befall steigt dabei um so mehr, je geringer die Infektion im Vorjahre war. Es findet also ein Ausgleich für eine vorherige unzureichende Auslese im darauf folgendem Jahr statt.

Betrachtet man die Ergebnisse im ganzen, so ist auch hier wie im Turnus I deutlich ein Abnehmen des Befalls im Laufe der Jahre zu erkennen, 1938 sind dafür an einzelnen Stationen schon Anzeichen vorhanden, 1939 ist es schon beinahe durchgehend der Fall. Eine längere Durchführung der Versuche hätte diese Linie noch klarer herausgebracht. Allerdings macht Turnus IV aus oben genannten Gründen hier eine Ausnahme. Direkt abweichend von dieser Entwicklung verhält sich im Turnus II nur die Station Halle, besonders in der Kreuzung Ridit × Carsten V, wo neben Rasse 9 noch Rasse 7 wirksam ist, die Carsten V befällt, und die an den anderen Stationen in den Jahren vorher in diesem Turnus nicht zur Auswirkung kam. Diese Wirkung wird noch erhöht dadurch, daß 1937 in Svalöf überhaupt keine Auslese vorgenommen werden konnte und auch in Wageningen 1938 durch schwaches Rostauftreten nur wenige Pflanzen entfernt werden konnten, so daß alle bis dahin Anfälligen noch weiter vermehrt worden waren.

Bei den Kreuzungen der Chinesestämme (Tab. 9) liegen die Verhältnisse ähnlich; es ist auch hier wie bei den Riditkreuzungen die Tendenz vorhanden, im Laufe der Jahre im Befall nachzulassen, was sich besonders 1939 durchgehend in jedem Turnus zeigte. Jedoch wird diese ganze Entwicklung durch das plötzliche Auftreten neuer Rassen umgestoßen.

Allerdings ist es hier nicht die Rasse 9, die den Ausschlag gibt, sondern die Rasse 27 und auf dem Versuchsfeld in Halle besonders auch $571_{\text{Chin.}}$, oder aber wie z. B. in Mensingeweer eine Rasse, deren Wirkung auf die Kreuzungen wohl erkannt werden konnte, die aber selbst zu isolieren nicht gelungen ist Das mag daran gelegen haben, das meist der Rost an dieser Station zur Zeit der Auslese schon zu alt war, so daß nur die Wirkungen des Befalls festgestellt werden, aber keine lebensfähigen Pusteln mehr gesammelt werden konnten.

Auffallend ist, daß im Turnus I überhanpt kein besonders hoher Befall auftritt. Das liegt daran, daß bei diesem Wechsel keine Rassen aufgetreten sind, die die Chinesekreuzungen gefährden. Um so höher ist daher 1940 der Befall in Halle, wo die Rassen $571_{\text{Chin.}}$ und 27 verwendet wurden, soweit die Populationen nicht ausgewintert waren.

Bei allen übrigen Reihen ist diese gefährliche Rasse 27 im Laufe des Austausches wenigstens einmal vorhanden gewesen, oder aber die unbekannte Rasse aus Mensingeweer war wirksam (Tab. 7). Am stärksten war die Wirkung dieser einen oder anderen Rasse 1935 in Mensingeweer selbst (Turnus II), wo eigentlich alle Pflanzen mehr oder weniger befallen waren, aber dennoch einzelne stehen gelassen wurden, auf denen der Rost nur vereinzelt aufgetreten war. Im nächsten Jahr in Versailles war der Rostbefall wieder ziemlich heftig, so daß noch einmal eine starke Auslese unter den im Vorjahre „resistent" gebliebenen Pflanzen vorgenommen werden konnte. Darauf folgen 2 Jahre mit geringer Auslesemöglichkeit, da gar kein Rost (Svalöf) oder nur sehr wenig

Tabelle 9

%-Befall der einzelnen Populationen im sechsmaligen Turnus 1935—1940
Austausch-Schema 1935—1940

| | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Turnus I | Verrières | Mensingeweer | Versailles | Svalöf | Wageningen[1] | Halle |
| Turnus II | Mensingeweer | Versailles | Svalöf | Wageningen | Halle | — (Verrières) |
| Turnus III | Versailles | Svalöf | Wageningen | Halle | Verrières | — (Mensingeweer) |
| Turnus IV | Svalöf | Wageningen | Halle | Verrières | Mensingeweer | Halle (Versailles) |
| Turnus V | Wageningen | Halle | Verrières | Mensingeweer | Versailles | — (Svalöf) |
| Turnus VI | Halle | Verrières | Mensingeweer | Versailles | Svalöf | Halle (Wageningen) |

Population $1885_{33}$ Ridit × Carsten V

| | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Turnus I | 29,6 | 26,0 | 17,6 | 8,6 | 21,2 | 14,2 |
| II | 52,8 | 24,0 | — | 14,2 | 54,0 | |
| III | 40,3 | — | 12,1 | 61,4 | 2,5 | |
| IV | — | 80,0 | 4,5 | 0,9 | 36,8 | |
| V | 14,2 | 75,4 | 20,7 | 8,4 | 2,8 | |
| VI | 22,8 | 7,3 | 19,5 | 20,6 | 7,4 | ausgewintert |

Population $2200_{33}$ Ridit × Kronen

| | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Turnus I | 24,4 | 18,0 | 12,4 | 17,6 | 5,1 | ausgewintert |
| II | 50,2 | 25,0 | — | 21,0 | 26,4 | |
| III | 22,1 | — | 10,2 | 38,2 | 2,0 | |
| IV | — | 70,0 | 35,8 | 1,8 | 13,4 | |
| V | 7,1 | 38,2 | 16,4 | 23,7 | 10,0 | |
| VI | 25,9 | 13,6 | 19,3 | 13,3 | 1,9 | ausgewintert |

Population $2266_{33}$ Ridit × Panzer III

| | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Turnus I | 17,2 | 23,0 | 3,3 | 26,0 | 7,7 | ausgewintert |
| II | 55,4 | 25,0 | — | 43,6 | 2,9 | |
| III | 30,2 | — | 7,0 | 38,0 | 2,5 | |
| IV | — | 66,0 | 22,1 | 2,7 | 23,4 | |
| V | 6,8 | 27,8 | 13,7 | 9,5 | 14,9 | |
| VI | 15,3 | 10,9 | 19,3 | 18,2 | 8,6 | 25,0 |

Population $2064_{33}$ Ridit × Strubes Kreuzung 56

| | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Turnus I | 27,3 | 38,0 | 27,6 | 25,4 | 38,1 | 30,7 |
| II | 100,0 | — | — | — | — | |
| III | 57,5 | — | 21,3 | 73,1 | 3,5 | |
| IV | — | 79,0 | 33,3 | 6,4 | 29,3 | |
| V | 15,2 | 48,3 | 47,1 | 41,1 | 2,2 | |
| VI | 21,1 | 30,4 | 30,6 | 24,1 | 1,6 | ausgewintert |

Population $2121_{33}$ Ridit × General von Stocken

| | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Turnus I | 50,6 | 30,0 | 13,3 | 4,7 | 47,4 | ausgewintert |
| II | 55,7 | 37,0 | — | 3,4 | 32,1 | |
| III | 38,1 | — | 17,9 | 56,0 | 2,5 | |
| IV | — | 75,0 | 17,8 | 3,6 | 10,5 | |
| V | 15,2 | 54,4 | 43,0 | 55,7 | 9,4 | |
| VI | 28,5 | 15,5 | 11,6 | 29,1 | 7,6 | ausgewintert |

Population $2310_{33}$ Carsten V × $417_{31}$

| | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Turnus I | 17,7 | 31,0 | 15,4 | 36,5 | 7,6 | 95,0 |
| II | 66,2 | 30,0 | — | 43,0 | 70,0 | |
| III | 28,6 | — | 25,9 | 56,7 | 1,0 | |
| IV | — | 79,0 | 32,1 | 2,7 | 0.4 | |
| V | 19,9 | 48,8 | 30,8 | 74,8 | 19,7 | |
| VI | 37,6 | 9,9 | 35,4 | 12,1 | 0,0 | ausgewintert |

[1]) Wageningen — stark ausgewintert, nur einzelne Pflanzen geerntet.

Noch Tabelle 9

| | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Turnus I | Verrières | Mensingeweer | Versailles | Svalöf | Wageningen | Halle |
| Turnus II | Mensingeweer | Versailles | Svalöf | Wageningen | Halle | — (Verrières) |
| Turnus III | Versailles | Svalöf | Wageningen | Halle | Verrières | — (Mensingeweer) |
| Turnus IV | Svalöf | Wageningen | Halle | Verrières | Mensingeweer | Halle (Versailles) |
| Turnus V | Wageningen | Halle | Verrières | Mensingeweer | Versailles | — (Svalöf) |
| Turnus VI | Halle | Verrières | Mensingeweer | Versailles | Svalöf | Halle (Wageningen) |
| | | | Population $2402_{33}$ Carsten V × $435_{31}$ | | | |
| Turnus I | 15,8 | 34,0 | 13,7 | [1]) | 0,0 | 54,8 |
| II | 69,6 | 29,0 | — | 17,6 | 99,0 | |
| III | 14,7 | — | 18,3 | 44,3 | 6,0 | |
| IV | — | 80,0 | 5,4 | 0,5 | 8,8 | |
| V | 25,0 | 38,6 | 34,7 | 58,0 | 9,0 | |
| VI | 23,3 | 8,6 | 41,9 | 18,5 | 2,7 | ausgewintert |
| | | | Population $2436_{33}$ Kronen × $417_{31}$ | | | |
| Turnus I | 35,5 | 27,0 | 12,8 | 65,6 | 3,3 | ausgewintert |
| II | 62,3 | 47,0 | — | 6,6 | 32,4 | |
| III | 27,8 | — | 21,5 | 40,1 | 6,5 | |
| IV | — | 27,0 | 36,3 | 1,4 | 8,8 | |
| V | 13,9 | 46,6 | 31,5 | 11,2 | 5,0 | |
| VI | 14,5 | 15,5 | 49,5 | 15,5 | 3,8 | 4,8 |
| | | | Population $2490_{33}$ Kronen × $429_{31}$ | | | |
| Turnus I | 27,8 | 32,0 | 5,8 | 32,8 | 8,0 | ausgewintert |
| II | 81,9 | 24,0 | — | 11,3 | 55,2 | |
| III | 29,1 | — | 17,8 | 42,6 | 3,0 | |
| IV | — | 28,0 | 38,8 | 1,8 | 8,6 | |
| V | 14,5 | 37,0 | 30,3 | 37,6 | 7,1 | |
| VI | 19,5 | 13,6 | 43,6 | 17,8 | 0,0 | 23,1 |
| | | | Population $2552_{33}$ Kronen × $435_{31}$ | | | |
| Turnus I | 11,5 | 36,0 | 9,2 | 21,8 | 6,1 | ausgewintert |
| II | 100,0 | — | — | — | — | |
| III | 7,7 | — | 15,2 | 49,2 | 3,0 | |
| IV | — | 63,0 | 32,2 | 3,6 | 4,4 | |
| V | 5,6 | 37,2 | 18,6 | 21,6 | 0,0 | |
| VI | 19,9 | 20,9 | 26,6 | 18,5 | 0,7 | 35,5 |
| | | | Population $2638_{33}$ Panzer III × $417_{31}$ | | | |
| Turnus I | 21,5 | 85,0 | Population nicht weiter im Austausch geführt | | | |
| II | 48,4 | 88,0 | | | | |
| III | 45,6 | — | | | | |
| IV | — | 93,0 | | | | |
| V | 25,4 | — | | | | |
| VI | 55,5 | 35,0 | | | | |
| | | | Population $2660_{33}$ Panzer III × $429_{31}$ | | | |
| Turnus I | 32,0 | 41,0 | 3,4 | [1]) | 2,2 | ausgewintert |
| II | 89,0[2]) | 46,0 | — | 9,0 | 41,7 | |
| III | 22,5 | — | 13,5 | 48,8 | 3,0 | |
| IV | — | 67,0 | 39,7 | 3,2 | 2,4 | |
| V | 48,2 | 40,1 | 24,7 | 38,2 | 2,4 | |
| VI | 44,0 | 22,3 | 37,7 | 9,4 | 1,9 | 41,2 |
| | | | Population $2707_{33}$ Panzer III × $435_{31}$ | | | |
| Turnus I | 17,7 | 33,0 | 1,4 | 29,0 | 14,3 | |
| II | 56,3[2]) | 24,0 | — | 3,8 | 13,1 | |
| III | 18,2 | — | 15,4 | 66,4 | 5,3 | |
| IV | — | 63,0 | 34,1 | 0,9 | 15,7 | |
| V | 9,6 | 47,7 | 21,8 | 18,9 | 0,0 | |
| VI | 28,2 | 28,2 | 21,8 | 13,5 | 5,8 | 15,8 |

[1]) Versehentlich nicht ausgezählt.

[2]) Alle Pflanzen etwas befallen, aber nur die stark anfälligen entfernt.

Noch Tabelle 9

| | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Turnus I | Verrières | Mensingeweer | Versailles | Svalöf | Wageningen | Halle |
| Turnus II | Mensingeweer | Versailles | Svalöf | Wageningen | Halle | — (Verrières) |
| Turnus III | Versailles | Svalöf | Wageningen | Halle | Verrières | — (Mensingeweer) |
| Turnus IV | Svalöf | Wageningen | Halle | Verrières | Mensingeweer | Halle (Versailles) |
| Turnus V | Wageningen | Halle | Verrières | Mensingeweer | Versailles | — (Svalöf) |
| Turnus VI | Halle | Verrières | Mensingeweer | Versailles | Svalöf | Halle (Wageningen) |
| | | | Population $2739_{83}$ $417_{81}$ × Peragis | | | |
| Turnus I | 35,9 | 33,0 | 9,9 | 23,6 | 30,5 | ausgewintert |
| II | 28,2 | 33,0 | — | 20,0 | 84,0 | |
| III | 31,2 | — | 35,2 | 56,4 | 6,3 | |
| IV | — | 82,0 | 17,3 | 20,5 | 31,4 | |
| V | 37,5 | 31,6 | 47,1 | 45,7 | 4,6 | |
| VI | 17,8 | 50,4 | 47,1 | 14,9 | 0,8 | ausgewintert |
| | | | Population $2772_{83}$ $429_{81}$ × Peragis | | | |
| Turnus I | 31,2 | 38,0 | 9,7 | 32,8 | 0,0 | ausgewintert |
| II | 68,5 | 45,0 | — | 20,0 | 57,2 | |
| III | 31,1 | — | 24,7 | 39,0 | 1,6 | |
| IV | — | 89,0 | 38,8 | 9,6 | 16,7 | |
| V | 49,0 | 46,5 | 33,3 | 42,7 | 8,0 | |
| VI | 18,4 | 45,3 | 33,3 | 9,2 | 0,0 | ausgewintert |
| | | | Population $2834_{84}$ $435_{81}$ × Peragis | | | |
| Turnus I | 34,0 | 40,0 | 12,4 | 24,0 | ausgewintert | |
| II | 59,2 | 31,0 | — | 10,9 | 47,4 | |
| III | 34,2 | — | 13,2 | 45,5 | 6,3 | |
| IV | — | 86,0 | 55,4 | 3,2 | 23,7 | |
| V | 25,8 | 31,4 | 50,0 | 30,8 | 9,3 | |
| VI | — | 36,4 | 50,0 | 16,1 | 5,2 | ausgewintert |

(Wageningen) vorhanden war. So ist es erklärlich, daß 1939 in Halle wieder der Befall so stark ansteigt, um so mehr, da hier die Populationen fast ausschließlich mit Rasse 27 und $571_{\text{Chin.}}$ infiziert werden.

Betrachtet man aber im ganzen die Infektionsergebnisse, so kann man sowohl für die Ridit- wie für die Chinesenstamm-Kreuzungen im besonderen sagen, daß der Befall an der Station Halle bei künstlicher Feldinfektion von Jahr zu Jahr zugenommen hat. Das ist in der immer größeren Zahl der hier verwendeten Rassen (Tab. 3) und in der immer mehr verbesserten Feldinfektionstechnik begründet. Vor allem wird aber bei der künstlichen Infektion im Rostgarten in Halle durch die regelmäßige Wiederkehr von Michigan Bronze-Reihen (jede 4. und 5. Reihe) (6, 10) und durch Anlage von 2 Reihen Michigan Bronze, die an der einen Seite der Elitenbeete entlang gedrillt werden, für eine gleichmäßige Verbreitung des Rostes gesorgt. Ferner ist es für eine sichere Infektion über das ganze Feld wichtig, daß in regelmäßigen Abständen, etwa alle 1—1,5 m im frühesten Frühjahr (Ende März bis Ende April) diese Michigan Bronzepflanzen auch künstlich infiziert werden[1]). Die Infektionen werden in gewissen Zeitabständen hintereinander durchgeführt, so daß immer wieder zu anderen Zeitpunkten Pusteln durchbrechen und damit immer wieder Ausgangsherde geschaffen werden.

[1]) Die Infektionen werden in folgender Weise durchgeführt (10): Die jungen Michigan Bronzepflanzen werden mit den Fingern abgerieben und mit einer Sporenaufschwemmung bespritzt (Flitspritzen sind dazu sehr geeignet). Die infizierte Stelle wird mit einer 4 l fassenden Glasglocke zugedeckt und mit nassen Säcken eingehüllt, damit die Temperaturen unter den Glocken niedrig bleiben und die Luftfeuchtigkeit möglichst gesättigt ist. Ist der Boden zu trocken, werden die Infektionsstellen vorher angegossen. Nach 3 Tagen werden die Glocken entfernt. Wir benutzen etwa 2000 Infektionsstellen für den Rostzuchtgarten.

Tabelle 10

Winterweizenpopulationen, die zuerst im Feld auf Resistenz aus-

| | | | $F_4$ 1935 | | $F_5$ 1936 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Befall % | Rassen | Befall % | Rassen |
| Pop. $2436_{33}$ | Kronen × $417_{31}$ | Feld | 14,5 | 8, 7 | 46,6 | 7<br>4<br>8; (1) |
| | | Gew.-H. | 33,3 | 4, 8, 7 (6, 1) | 10,0 | 8 |
| Pop. $2490_{33}$ | Kronen × $429_{31}$ | Feld | 19,5 | 8, 7 | 37,0 | 8, 7, 4 (1) |
| | | Gew.-H. | 36,8 | 4, 8, 7 (6, 1) | 14,0 | 8 |
| Pop. $2552_{33}$ | Kronen × $435_{31}$ | Feld | 19,9 | 8, 7 | 37,2 | 8, 7, 4, (1) |
| | | Gew.-H. | 45,5 | 4, 8, 7 (6, 1) | 22,0 | 8 |
| Pop. $2660_{33}$ | Panzer III × $429_{31}$ | Feld | 44,0 | 8, 7 | 40,1 | 8, 7, 4 (1) |
| | | Gew.-H. | — | 4, 8, 7 (6, 1) | 7,0 | 8 |
| Pop. $2707_{33}$ | Panzer III × $435_{31}$ | Feld | 23,2 | 8, 7 | 47,7 | 8, 7, 4 (1) |
| | | Gew.-H. | 19,2 | 4, 8, 7 (6, 1) | 3,0 | 8 |
| Pop. $2739_{33}$ | $417_{31}$ × Peragis | Feld | 17,8 | 8, 7 | 31,6 | 8, 7, 4 (1) |
| | | Gew.-H. | 35,3 | 4, 8, 7 (6, 1) | 10,0 | 8 |
| Pop. $2772_{33}$ | $429_{31}$ × Peragis | Feld | 18,4 | 8, 7 | 46,5 | 8, 7, 4 (1) |
| | | Gew.-H. | 27,5 | 4, 8, 7 (6, 1) | 12,2 | 8 |
| Pop. $2834_{33}$ | $435_{31}$ × Peragis | Feld | — | | 31,4 | 8, 7, 4 (1) |
| | | Gew.-H. | | | 18,1 | 8 |
| Pop. $691_{35}$ | $458_{33}$ × $1020_{31}$ | | | | | Feld |
| | | | | | | Gew.-H. |
| Pop. $791_{35}$ | $463_{33}$ × $3330_{33}$ | | | | | Feld |
| | | | | | | Gew.-H. |

gelesen und dann noch einmal im Gewächshaus infiziert wurden

| $F_6$ 1937 | | $F_7$ 1938 | | $F_8$ 1939 | | $F_9$ 1940 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Befall % | Rassen | Befall % | Rassen | Befall % | Rassen | Befall % | Rassen |
| 36,3 | 8 | 40,1 | 8<br>7<br>5, 3 | 53,9 | 8<br>7<br>3 | 87,7 | *2*, 6, 9, 1<br>*27*, 571 Chin. |
| 22,2 | 8<br>7, 9<br>3 | 23,6 | 8<br>7<br>3 | | | | |
| 38,8 | 8 | 42,6 | 8, 7, 5, 3 | 63,4 | 8<br>7<br>3 | 86,5 | *2*, 6, 9, 1<br>*27*, 571 Chin. |
| 9,8 | 8<br>7, 9<br>3 | 25,1 | 8<br>7<br>3 | | | | |
| 32,0 | 8 | 49,2 | 8, 7, 5, 3 | 54,4 | 27<br>(7) | 82,8 | *2*, 6, 9, 1<br>*27*, 571 Chin. |
| 13,4 | 8<br>7, 9<br>3 | 26,0 | 8<br>7<br>3 | | | | |
| 39,7 | 8 | 48,8 | 8, 7, 5, 3 | 79,6 | 27<br>(7) | ausgewintert | |
| 27,6 | 8<br>7, 9<br>3 | 30,0 | 8<br>7<br>3 | | | | |
| 34,1 | 8 | 66,4 | 8, 7, 5, 3 | 65,6 | 27<br>(7) | ausgewintert | |
| 21,5 | 8<br>7, 9<br>3 | 8,3 | 8<br>7<br>3 | | | | |
| 17,3 | 8 | 56,4 | 8, 7, 5, 3 | 82,7 | 27 | ausgewintert | |
| 33,4 | 8<br>7, 9<br>3 | 7,3 | 8<br>7<br>3 | | | | |
| 38,8 | 8 | 39,0 | 8, 7, 5, 3 | 77,3 | 8<br>7<br>3 | ausgewintert | |
| 55,2 | 8, 7, 3, 9 | 14,2 | 8, 7, 3 | | | | |
| 55,4 | 8 | 45,5 | 8, 7, 5, 3 | 66,3 | 8<br>7<br>3 | 100,0 | *2*, 6, 9, 1<br>*27*, 571 Chin. |
| 15,5 | 8, 7, 3, 9 | 13,5 | 8, 7, 3 | | | | |
| $F_4$ | | $F_5$ | | $F_6$ | | $F_7$ | |
| 25,2 | 8 | 11,5 | 8, 7, 5, 3 | 41,4 | 8<br>7<br>3 | 51,9 | *2*, 6, 9, 1<br>*27*, 571 Chin. |
| 18,4 | 8, 7, 3, 9 | 19,7 | 8, 7, 3 | | | 44,5 | 8<br>7, 9<br>2 |
| 4,4 | 8 | 52,5 | 8, 7, 5, 3 | 8,3 | 27<br>(7) | 18,2 | *2*, 6. 9. 1<br>*27*, 571 Chin. |
| 36,7 | | 34,7 | 8, 7, 3 | | | 34,1 | 8<br>7<br>2 799 |

Außerdem werden die einzelnen Beete immer vorwiegend mit den Rassen infiziert, gegen die das betreffende Elternmaterial besonders anfällig ist, z. B. die Chinesen-Kreuzungen mit den Rassen 27 und 571 Chin. Allerdings bei solchen Kreuzungen, bei denen durch eine bestimmte Rasse ein völliger Ausfall des Materials verursacht werden würde, wird an dieser Stelle die betreffende Rasse ausgelassen, da man Zuchtmaterial erhalten möchte, das zu weiteren Einkreuzungen zur Erlangung vollständiger Resistenz benutzt werden soll.

Um zu sehen, wie sicher diese so sorgsam erzeugten Feldinfektionen im Vergleich zu Keimlingsinfektionen im Gewächshaus wirken, besonders aber auch, wie sich der Einfluß bestimmter Rassen bei solchen Infektionen auswirkt, seien hier einige Chinesenstamm-Kreuzungen sowohl bei Feld- als auch Gewächshausinfektion betrachtet (Tab. 10). Allerdings zeigen diese Infektionen in den einzelnen Jahren einen grundlegenden Unterschied mit den Infektionen der Populationen, die im Austausch standen. Bei den jetzt zu besprechenden Populationen wurden die im Feld ausgelesenen resistenten Pflanzen nicht im nächsten Jahr weiter gebaut, sondern, wie schon eingangs erwähnt, im Gewächshaus noch einmal im Keimlingsstadium infiziert. Man mußte also für die Feldinfektionen jedes Jahr wieder auf Saatgut aus den ohne Infektion vermehrten Populationen zurückgreifen, so daß im Laufe der Jahre in diesen Populationen eine Anreicherung sowohl von homozygot Resistenten als auch vom homozygot Anfälligen stattgefunden hat, mit einem gleichzeitigen Rückgang der Heterozygoten. Während anfangs bei Dominanz der Resistenz ein Überwiegen der Resistenten zu erwarten ist, muß allmählich der Anteil der Anfälligen von Jahr zu Jahr etwas zunehmen. Praktisch wirkt sich das so aus, daß der Befall in den einzelnen Jahren bei ausreichender Infektion mehr oder weniger gleich sein muß, mit einer Tendenz zur langsamen Zunahme der Anfälligen.

Betrachtet man Tabelle 10, so ist diese Entwicklung in den Jahren 1935 bis 1937 bei allen Populationen mehr oder weniger deutlich zu beobachten, allerdings ist der Befall 1935 unverhältnismäßig gering, was durch ungenügenden Feldbefall verursacht war, da in diesem Jahr die Verhältnisse für eine Verbreitung des Rostes im Felde sehr ungünstig waren (besonders hohe Regenfälle), die immer wieder die frischgebildeten Rostsporen abwuschen, und damit dem Pilz jede Möglichkeit, sich zu verbreiten, nahmen. Die plötzliche Zunahme, die schon 1938 beginnt, 1939 und 1940 jedoch ganz augenfällig ist, kann nicht durch die genetische Zusammensetzung der Populationen erklärt werden, sondern lediglich durch die Verwendung der Rassen 27 und 571 Chin., die 1938 nur wenig infiziert wurden, 1939 und 1940 aber fast ausschließlich für die Chinesenkreuzungen Verwendung fanden. Bei künstlicher Feldinfektion ergibt sich also dasselbe, aber viel gesicherter, was man aus den Zahlen des natürlichen Befalls bei Austausch der einzelnen Populationen an den verschiedenen Stationen schon entnehmen konnte, nämlich, daß durch Auftreten einer bestimmten Rasse das Befallsbild vollkommen verschoben werden kann. Es ist also richtiger, an einer Stelle mit genauen Kontrollen der Rassen künstliche Feldinfektionen zu machen, als das Zuchtmaterial an verschiedenen Stationen hintereinander anzubauen und nur nach dem natürlichen Befall auszulesen.

Die Gewächshausuntersuchungen sollen weiter zeigen, wie weit die Feldauslese tatsächlich auch alle Anfälligen erfaßt hat. In diesem Fall müßte der Gewächshausbefall jedesmal weit hinter dem Feldbefall zurückstehen, da ja eigentlich nur noch, vorausgesetzt, daß rechtzeitig und vollständig ausgelesen wurde, solche anfälligen Pflanzen festgestellt werden müßten, die bei Dominanz der Resistenz noch herausspalten.

In Tabelle 10 ist auch überall ein mehr oder weniger starker Abfall bei Gewächshausinfektionen gegenüber der Feldinfektion festzustellen, nur 1935 ist durchgehend der Befall bei Keimlingsinfektionen höher, eine Tatsache, die die ungenügende Feldinfektion des Jahres 1935 weiter bestätigt.

Bei den Populationen aber, bei denen der andere Kreuzungspartner gewisse Feldresistenz mitbringt', ist natürlich bei Gewächshausinfektionen wieder ein Ansteigen des Befalls zu beobachten (Pop. $691_{35}$ und $791_{35}$). $3330_{32}$ ist ein Stamm, der aus der Kreuzung Ridit × Panzer III entstanden ist und die Feldresistenz von Ridit mit der Resistenz von Panzer III gegen Rasse 9 bzw. 1 vereinigt. $1020_{31}$ = Heine IV zeigt nach praktischen Erfahrungen ebenfalls eine gewisse Feldresistenz, was sich auch an einer geringeren Befallserhöhung bei Keimlingsinfektion auswirkt.

Allerdings läßt der unverhältnismäßig hohe Gewächshausbefall im Jahre 1937 bei den Kreuzungen $417_{31}$ und $429_{31}$ × Peragis Zweifel aufkommen, ob bei der Feldauslese auch wirklich alle Anfälligen erfaßt worden sind. Deshalb wurde ein Teil des Gewächshausmaterials auf seinen Anteil an homozygot Resistenten, besonders aber auch homozygot Anfälligen untersucht; denn bei richtiger Auslese und k e i n e m Vorhandensein von Feldresistenz dürften homozygot Anfällige überhaupt nicht vorkommen, da diese bei Feldinfektionen immer noch am sichersten infiziert werden (16). Daß es aber tatsächlich nicht möglich ist, bei Feldauslese restlos alle Anfälligen zu erfassen, zeigen ganz deutlich die Zahlen in Tabelle 11a mit einem besonders hohen Anteil an homozygot Anfälligen bei diesen Kreuzungen.

Betrachtet man den Anteil an Homozygoten und Heterozygoten in verschiedenen Jahren (1937 und 1940) (Tab. 11b), so zeigt sich mit einer Ausnahme (Pop. $691_{35}$, hier ist die Anzahl der Versuchspflanzen allerdings sehr gering), was zu erwarten ist: Im Laufe der Zeit 1938—1941 ist eine Zunahme sowohl der homozygot Resistenten wie der homozygot An-

Tabelle 11

a) Aufspaltung von Winterweizenpopulationen in Homozygote und Heterozygote bei Keimlingsinfektion

| Infiziert im | | | Anzahl der Pflanzen | Im Gewächshaus | | | Befall % im | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Feld | Gewächshaus | | | homozygot resistent % | heterozygot % | homozygot anfällig % | Feld | Gewächshaus |
| 1937 | 1938 | P. $2660_{33}$ Panzer III × $429_{31}$ | 49 | 44,9 | 38,7 | 16,3 | 39,7 | 27,6 |
| | | P. $2707_{33}$ Panzer III × $435_{31}$ | 51 | 58,8 | 25,4 | 15,6 | 34,7 | 21,5 |
| | | P. $2739_{33}$ $417_{31}$ × Peragis | 51 | 58,8 | 7,8 | 33,2 | 17,3 | 33,4 |
| | | P. $2772_{33}$ $429_{31}$ × Peragis | 63 | 36,6 | 14,3 | 49,2 | 38,8 | 55,2 |
| | | P. $2834_{33}$ $435_{31}$ × Peragis | 60 | 78,3 | 15,0 | 6,7 | 55,4 | 15,5 |

b) Aufspaltung einzelner Populationen in verschiedenen Jahren

| Feld | Gewächshaus | | Anzahl der Pflanzen | homozygot resistent % | heterozygot % | homozygot anfällig % | Befall % Feld | Befall % Gewächshaus |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1937 | 1938 | P. $691_{35}$ $458_{33}$ × $1020_{31}$ | 102 | 46,0 | 49,0 | 4,9 | 25,2 | 18,4 |
| 1940 | 1941 | P. $691_{35}$ $458_{33}$ × $1020_{31}$ | 28 | 39,3 | 42,8 | 17,8 | 51,9 | 44,5 |
| 1937 | 1938 | P. $770_{35}$ $463_{33}$ × $1020_{31}$ | 95 | 55,9 | 41,8 | 3,1 | 16,8 | 12,4 |
| 1940 | 1941 | P. $770_{35}$ $463_{33}$ × $1020_{31}$ | 64 | 78,1 | 7,8 | 14,0 | 24,5 | 19,0 |
| 1937 | 1938 | P. $791_{35}$ $463_{33}$ × $3330_{32}$ | 88 | 39,8 | 39,8 | 20,4 | 4,4 | 36,7 |
| 1940 | 1941 | P. $791_{35}$ $463_{33}$ × $3330_{32}$ | 42 | 59,6 | 11,9 | 28,5 | 18,2 | 34,1 |

1937 Feldinfektion mit Rasse 8
1940 „ „ „ 2, 571 Chin., 27
1938 Gewächshausinfektion mit Rasse 8, 3, 7, 9
1931 „ „ „ 8, 2, 7, 799

fälligen und jedesmal auch eine bedeutende Abnahme der Heterozygoten zu beobachten. Dabei sind die Zahlen für die homozygot Anfälligen nicht absolut zu werten, da ein ganzer Teil schon durch die Feldauslese vorher entfernt wurde. So zeigen auch diese Zahlen, daß ein restloses Erfassen aller Anfälligen durch Feldauslese in einer Population fast unmöglich ist, da immer noch homozygot Anfällige bei Gewächshausinfektion auftreten und zwar um so mehr, je geringer der Feldbefall vorher war.

Für Sommerweizenpopulationen liegen die Verhältnisse ähnlich (Tab. 12). Auch hier zeigt sich für die Jahre 1938 und 1939 ziemlich gleichbleibender Befall bei Feldauslese, 1940 ein stärkeres Absinken bis auf Population $5159_{84}$. Hier ist es möglich, daß die Rasse 9 diesen unverhältnismäßig hohen Befall

Tabelle 12

Sommerweizenpopulationen, die zuerst im Felde auf Resistenz ausgelesen und dann noch einmal im Keimlingsstadium infiziert wurden

Infiziert wurde im Feld mit Rasse:
1938: 7, 8, 3, 2, (9), [1]
1939: 7, 8, 6, 2, 1
1940: 7, 27, 2, 9.
Infiziert wurde im Gewächshaus mit Rasse:
1938/39: Mischung a) 7, 8, 6, 2, 9
Mischung b) 7, 8, 6, 2 —
1939/40: 27, 571 Chin., 2

[1]) = Zahlen in Klammern: Rassen nur schwach vorhanden.

| Populationen | | 1938 | 1939 | 1940 |
|---|---|---|---|---|
| P. $5471_{85}$ Spelz a. Tzaribrod × $5676_{82}$ (Peragis × Garnet) | Feld | 8,0 | 5,1 | 0,4 |
| | Gewächshaus | a) 45 0 | | |
| | | b) 21,4 | 18,0 | |
| P. $5525_{85}$ Spelz a. Tzaribrod × $4453_{81}$ R. 1004 × Heines Kolben | Feld | 29,5 | 36,4 | 3,9 |
| | Gewächshaus | a) 16,6 | 19,5 | |
| P. $5506_{85}$ Spelz a. Tzaribrod × $4172_{80}$ (Heines Kolben × Peragis) | Feld | 38,4 | 38,2 | 5,0 |
| | Gewächshaus | a) 13,9 | | |
| | | b) 9,4 | 3.7 | |
| P. $4992_{80}$ Thatcher × $4453_{81}$ | Feld | 63,9 | 71,8 | 33,3 |
| | Gewächshaus | a) 88,6 | | |
| | | b) 36,8 | — | |
| P. $5240_{85}$ Thatcher × $4172_{81}$ | Feld | 65,3 | 47,6 | 54.6 |
| | Gewächshaus | a) 96,2 | | |
| | | b) 34,5 | 4,4 | |
| P. $5159_{84}$ $3972_{80}$ (Normandie × Peragis) × $3599_{80}$ (Peragis × Marquis) | Feld | 79,0 | 78,4 | 96,1 |
| | Gewächshaus | a) 97,1 | | |
| | | b) 41,2 | 53,1 | |
| P. $5204_{84}$ $3972_{80}$ × $5772_{82}$ (Peragis × Garnet) | Feld | 20,6 | 33,1 | 17,7 |
| | Gewächshaus | | 39,4 | |

hervorgerufen hat. Die im Vergleich stehenden Gewächshausinfektionen liegen hier anders als bei den Winterweizenpopulationen, da 1938 mit zwei verschiedenen Rassenmischungen infiziert wurde. Mischung a enthält neben anderen Rassen noch Rasse 9, bei Mischung b fehlt diese Rasse. Durch diese Teilung sollte festgestellt werden, ob auch bei Gewächshausinfektionen sich eine bestimmte Rasse im Gemisch durchsetzen und das Befallsbild ändern könnte. 1939 wurde dann nur mit einem Rassengemisch ohne Rasse 9 infiziert, da die Ergebnisse von 1938 ziemlich klar lagen. Bei Sommerweizen zeigt sich bei Keimlingsinfektion auch eine Abnahme der

Befallsprozente gegenüber der Feldinfektion, ausgenommen jene Kreuzungen mit feldresistenten Partnern (Spelz $\times$ $5676_{32}$ und $3972_{30} \times 5772_{32}$). Allerdings ist dieser Abfall bei Keimlingsinfektionen nur bei Mischung b zu beobachten. Wird Mischung a verwendet, so kommt es beinahe zu 100prozent. Befall in den Thatcherkreuzungen und der Kreuzung mit dem Normandie $\times$ Peragis-Stamm $3972_{30}$. Bei dem Normandie $\times$ Peragis-Stamm ist das zu erwarten, da er gegen diese Rasse anfällig ist, bei den Thatcherkreuzungen weniger, da diese Sorte dieser Rasse gegenüber nur einzelne Anfällige abspaltet, sonst meist Typ 0 und 1 zeigt. Der hohe Befall aber kommt zum Teil dadurch zustande, daß ein ganzer Teil schwach Anfälliger (Klasse 0—1, 1 und 1—2) zu den Anfälligen gerechnet wurde.

In den Kreuzungen mit Spelz aus Tzaribrod beruht die Resistenz auf einem dominanten Faktor gegenüber allen Rassen (15). Verschiedene Rassengemische dürften also keinen Ausschlag geben. Da aber in diesen Kreuzungen die verschiedenen Partner auch ihrerseits unterschiedlich resistent resp. anfällig sind (Tab. 4), so können ihre Resistenz- bzw. Anfälligkeitsgene (8) auch mitwirken, anders ist der erhöhte Befall durch Mischung a gegenüber Mischung b hier nicht zu erklären.

Tabelle 13
Aufspalten von Sommerweizenpopulationen in Homozygote und Heterozygote

| | Anzahl der Pflanzen | Homozygot resistent % | Heterozygot % | Homozygot anfällig % | Befall im Feld % | Befall im Gewächshaus % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pop. $5471_{35}$ Spelz a. Tzaribrod $\times$ $5676_{32}$ . | 39 | 65,1 | 30,8 | 7,7 | 5,1 | 18,0 |
| „ $5525_{35}$ „ „ $\times$ $4453_{31}$ . | 34 | 44,1 | 47,1 | 8,8 | 36,4 | 19,5 |
| „ $5506_{35}$ „ „ $\times$ $4172_{30}$ . | 50 | 78,0 | 22,0 | — | 38,2 | 3,7 |

Bei Auszählung der Homozygoten in den Spelzkreuzungen zeigt sich auch wieder, daß nicht immer alle homozygot Anfälligen durch Feldbefall erfaßt werden können. An dem verhältnismäßig hohen Anteil der Heterozygoten in den Kreuzungen mit $5676_{32}$ und $4453_{31}$ ist weiter zu ersehen, daß in diesen Populationen neben dem einen Resistenzfaktor des Spelz aus Tzaribrod noch andere Gene von $5676_{32}$ oder $4453_{31}$ mitwirken müssen.

## Besprechung der Ergebnisse

Zusammenfassend ist zu sagen, daß eine Auslese im Felde nach erfolgter künstlicher Feldinfektion auf Resistenz aus Populationen nie so ausreichend ist, um dadurch eindeutig nur resistente Pflanzen zu erfassen. Dieser Vorauslese im Felde muß noch bei Keimlingsresistenz immer eine Gewächshausinfektion folgen, um den Charakter der Resistenz (spaltend oder homozygot resistent) zu erfassen. Eine Gewächshausuntersuchung ist also bei Züchtung wirklich resistenter Typen unbedingt nötig. Um so weniger wird ein natürlicher Feldbefall jemals ausreichend sein für die Auslese von Resistenten aus Populationen, da eine gleichmäßige Verteilung des Rostes über die Population durchaus unsicher ist; denn die ganze Population bietet durch ihre wechselnde Resistenz resp. Anfälligkeit der einzelnen Individuen ein zu ungleichmäßiges Angriffsfeld, eine Tatsache, die auch immer wieder eingeschaltete Rostindikatorparzellen nicht ganz beseitigen können. Diese Unregelmäßigkeit im Befall der Populationen wirkt sich um so stärker

aus, je geringer der Rostbefall überhaupt im allgemeinen ist, was sich auch deutlich bei manchen Reihen der Austauschversuche herausstellte. Der Anbau von Populationen an auswärtigen Stationen hat also für die Auslese **nicht** den erwarteten Wert. Zum Erkennen neu auftretender Rostrassen ist der Anbau bestimmter Populationen an auswärtigen Stationen auf jeden Fall günstig, denn, wie wir gesehen haben, können einzelne plötzlich auftretende Rassen das Befallsbild vollkommen ändern. Doch birgt der Anbau von Populationen zum Erkennen und Bestimmen von Rassen eine bestimmte Gefahr in sich, da man bei plötzlich vollkommenem Befall der Populationen nur zu leicht dazu geneigt ist, eine Population von der Zucht zu streichen, während doch vielleicht in ihr noch viele Individuen enthalten sein mögen, die gegen andere Rassen resistent sind. Allerdings bot die verschiedene Reihenfolge des Austausches einer einzigen Population immer die Möglichkeit, ihre sonstigen Resistenzeigenschaften zu prüfen.

Auf jeden Fall scheint es uns nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen praktischer, Populationen nur dem **künstlichen** Rostbefall im Felde an der Zuchtstätte selbst auszusetzen, weil man jetzt sowohl Infektion wie Rassengemische sicher in der Hand hat.

Zum Erkennen neuer Rassen und zum Prüfen vielseitiger Resistenz einzelner Zuchtstämme aber sollte man immer wieder die einzelnen Zuchtstämme in Gebiete mit natürlichem Befall zum Anbau senden, um immer eine Kontrolle über die Resistenz des gezüchteten Materials zu haben und vor allem aber rechtzeitig neue Rassen zu erkennen, die die bis dahin resistenten Stämme befallen könnten. Beim Anbau bestimmter Sorten und Stämme ist es im übrigen nicht so wichtig wie bei Populationen, ob auch **jede** Pflanze der Infektion ausgesetzt wird, da man an dem Befall einer Parzelle (Elite oder Sorte) und seien es auch nur die Randpflanzen, das Resistenzverhalten des zu untersuchenden Materials erkennen kann.

Gewächshausinfektion und Feldinfektion im Wechsel müssen also die ständige Kontrolle des zu züchtenden Materials bilden, während gleichzeitig dauernde Beobachtungen der natürlichen Verhältnisse nur eine Gewähr dafür bietet, das Auftreten neuer Rassen und ihre Auswirkung auf die einzelnen Zuchtstämme zu erfassen.

## Zusammenfassung

1. Durch mehrjährige Auslese der anfälligen Pflanzen beim Anbau **derselben** Populationen an verschiedenen Stellen, an denen natürlicher Gelbrostbefall auftritt, geht der Anteil anfälliger Pflanzen allmählich zurück.

2. Diese Entwicklung wird gestört:
   a) durch unregelmäßigen und schwachen Befall in den einzelnen Jahren,
   b) durch das plötzliche Auftreten neuer Rassen, die bis dahin nicht bekannt waren und einen oder beide Kreuzungseltern befallen. (Riditkreuzungen — Rasse 9; Chinesenkreuzungen — Rasse 27, $571_{\text{Chin.}}$, 53; $1014_{27}$ Kreuzungen — Rasse 2).

3. Das Auftreten solcher Rassen kann zu vollständigem Befall der Population führen oder, falls der andere Kreuzungspartner resistent gerade gegen diese Rasse ist, den Befall nach vorheriger Auslese wieder erhöhen.

4. Bei Keimlingsinfektionen im Gewächshaus können einzelne **bestimmte Rassen** im Gemisch die Befallsprozente der Kreuzungsnachkommenschaften ebenso verschieben wie im Felde.

5. Die Höhe der Befallsprozente im Felde kann einen Anhalt dafür geben, ob Resistenz dominant oder rezessiv vererbt wird.

6. Bei Vererbung der Resistenz durch einen rezessiven Faktor ist der Abfall der Befallsprozente nach zweijähriger Auslese sehr deutlich. Es ist nicht möglich, in einem Jahr bei natürlicher Feldinfektion alle anfälligen (homozygote und heterozygote) auf einmal zu erfassen.

7. Es ist überhaupt nicht möglich, selbst bei sorgfältigster künstlicher Feldinfektion alle anfälligen (homozygote und heterozygote) Pflanzen auszumerzen. Das beweisen spätere Gewächshausinfektionen dieser im Feld „resistent" gebliebenen Pflanzen, unter denen sich immer noch einzelne homozygot anfällige befinden, doch liegen im ganzen bei Gewächshausinfektionen die Befallsprozente unter denen der Feldinfektionen.

8. Ist der keimlingresistente Elter gekreuzt mit einem feldresistenten Elter, so steigen bei Gewächshausinfektionen die Befallsprozente wieder gegenüber den Feldinfektionen.

9. Die Feldauslese resistenter Pflanzen aus Kreuzungspopulationen wird am vollständigsten bei künstlicher Feldinfektion unter Kontrolle der einzelnen verwendeten Rassen vorgenommen, ist aber, wie schon gesagt, nie vollwertig und kann deshalb immer nur als Vorauslese für Gewächshausinfektionen angenommen werden. Bei der Auslese auf Feldresistenz kann nur von einer feldinfizierten Kreuzungspopulation ausgegangen werden. Der Anbau der Einzelpflanzennachkommenschaften als Elitenparzellen im Rostgarten ergibt dann, ob die ausgelesene Pflanze resistent war.

10. Der Anbau von Kreuzungspopulationen in systematischer Reihenfolge an rostgefährdeten Stationen West- und Nordeuropas erbrachte nicht den erwarteten Erfolg. Es konnte weder eine Beschleunigung noch eine größere Sicherheit der Auslesearbeiten erzielt werden.

11. Dagegen ist es wichtig, die bisher als resistent bekannten Sorten oder Zuchtstämme zum Erkennen neu auftretender Rassen an möglichst vielen Stellen anzubauen und dem natürlichen Befall dort auszusetzen[1]) unter gleichzeitigem Anbau eines Rostindikators, um die auftretende Rostart und Rostrassen möglichst stark an der Stelle zu vermehren.

## Schrifttum


1. Becker, Hanna, Zur Immunitätszüchtung des Weizens gegen Puccinia glumarum und Puccinia triticina. Kühn-Arch. **38**, 293—305, 1933.
2. Gaßner, G., und Straib, W., Die Bestimmung der biologischen Rassen des Weizengelbrostes (Puccinia glumarum f. sp. tritici [Schmidt] Erikss. u. Henn.). Arb. d. B. R.-A. **20**, 141—163, 1932.
3. — — Weitere Untersuchungen über biologische Rassen und über die Spezialisierungsverhältnisse des Gelbrostes Puccinia glumarum (Schm., Erikss. und Henn.). Arb. d. B. R.-A. **21**, 121—145, 1934.
4. Hubert, K., Beiträge zur Züchtung rostresistenter Weizen. Ztschr. f. Züchtg. A, **18**, 19—52, 1932.
5. Isenbeck, K., Vererbungsstudien an einigen Weizenkreuzungen in bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Puccinia glumarum tritici und Puccinia triticina. Ztschr. f. Züchtg A, **16**, 82—104, 1931.
6. — — Züchtung auf Feldresistenz beim Gelbrost des Weizens. Züchter **6**, 221—228, 1934.


[1]) Während vorliegende Arbeit im Druck ist, erschien im Forschungsdienst **13**, 1942, H. 1, S. 24—29 eine Arbeit von Straib, worin zur Resistenzprüfung von Sorten und Stämmen ein Anbau des Zuchtmaterials an möglichst vielen Prüfungsstellen im Reich empfohlen wird, ein Vorschlag, der sich bei den Züchtungsarbeiten in Halle seit 1932 bewährt hat.

7. Küderling, O. E., Untersuchungen über die Feldresistenz einzelner Weizensorten gegen Puccinia glumarum tritici. Ztschr. f. Züchtg. A, **21**, 1—40, 1936.
8. Olah, L. v., Über die Vererbung der Gelbrostresistenz bei verschiedenen Weizensorten. Ztschr. f. Züchtg. A, **22**, 45—74, 1937.
9. Radulescu, E., Beiträge zur Feldresistenz des Weizens gegen Puccinia glumarum tritici. Planta **20**, 244—286, 1933.
10. Roemer, Th., Fuchs, W., und Isenbeck, K., Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Berlin, Verlag Paul Parey, 1938.
11. Straib, W., Untersuchungen zur Genetik der Gelbrostresistenz des Weizens. Phytopath. Ztschr. **7**, 427—477, 1934.
12. — — Auftreten und Verbreitung biologischer Rassen des Gelbrostes (Puccinia glumarum [Schm.] Erikss. et Henn.) im Jahre 1934. Arb. d. B. R.-A. **21**, 455—466, 1935.
13. — — Untersuchungen über das Vorkommen physiologischer Rassen des Gelbrostes (Puccinia glumarum) in den Jahren 1935/36 und über die Aggressivität einiger neuer Formen auf Getreide und Gräsern. Arb. d. B. R.-A. **22**, 91—119, 1937.
14. — — Weiterer Beitrag zur Frage der Spezialisierung von Puccinia glumarum (Schm.) Erikss. et Henn. Arb. d. B. R.-A. **22**, 571—579, 1939.
15. — — Die Faktorenbeziehungen im Verhalten des Weizens gegen verschiedene Gelbrostrassen. Ztschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre **77**, 18—62, 1939.
16. — — Der Einfluß des Entwicklungsstadiums und der Temperatur auf das Gelbrostverhalten des Weizens. Phytopath. Ztschr. **12**, 113—168, 1940.

# Fortschritte der Zuckerrohrzüchtung[1]

Von

**C. van Dillewijn,** Wageningen

(Mit 2 Abbildungen)

## Allgemeiner Teil

### Ausgangsmaterial

Nach Jeswiet (34) gibt es fünf Saccharum-Arten, welche sich morphologisch, zytologisch und geographisch mehr oder weniger deutlich voneinander unterscheiden lassen (vgl. auch Brandes und Sartoris (18) und welche wegen ihrer spezifischen Eigenschaften in fast jedem Kreuzungsprogramm vertreten sind:

S. officinarum L., das s. g. nobele Zuckerrohr, hat dicke, saftige Stengel und einen hohen Zuckergehalt, ist aber für viele Krankheiten empfindlich. Nur einige Varietäten dieser Art sind resistent gegen Gummi-Krankheit (Bact. vascularum [Cobb] Grieg-Smith) und gegen Fiji-Krankheit. Zu dieser Art gehören u. a. Badila, Crystalina, Schwarzes Cheribon und Gestreiftes Preanger.

S. sinense Roxb. hat mitteldicke Stengel, welche hart sind und einen mittelmäßigen Zuckergehalt besitzen; diese Art ist gegen manche Krankheiten immun (Sereh), gegen andere nicht. Hierzu gehört z. B. Uba.

S. barberi Jeswiet steht in ihren Eigenschaften und in ihrer Verbreitung der vorigen Art am nächsten. Sie ist immun gegen die Sereh-Krankheit. Zu dieser Art gehört das früher für Züchtungszwecke benutzte Chunnee-Zuckerrohr.

S. spontaneum L. hat dünne, harte Stengel mit niedrigem Zuckergehalt, ist aber immun gegen einige wichtige Krankheiten (Sereh, Mosaik). Diese Art besitzt ein großes Verbreitungsgebiet, sowohl in den tropischen, wie in den subtropischen Gebieten. Glagah, Dehra Dun, Dacca, Krakatau und einige Sumatra-Varietäten gehören dieser Art an.

S. robustum Jesw. besitzt mitteldicke bis dicke Stengel, welche sehr lang werden können, weist einen niedrigen Zuckergehalt auf und ist für manche Krankheiten empfindlich, für andere nicht. Diese Art wurde von der Brandes-Jeswiet-Pemberton Expedition in Neuguinea entdeckt Brandes und Sartoris [18]; Brandes, Sartoris und Grassl [19]).

Eine beträchtliche Menge Samen verschiedener Saccharum-Arten wurde im Jahre 1937 von der Pemberton-Lennox Expedition in Neuguinea gesammelt. Das Ergebnis dieser Expedition, somit eine Übersicht aller frühern Expeditionen nach Neuguinea behufs Sammlung von Saccharum-Material findet sich bei Lennox (35a).

---

[1]) Das Manuskript wurde Ende 1940 abgeschlossen; die später erschienene Literatur konnte nicht mehr berücksichtigt werden. Eine ausführliche Arbeit über die Zuckerrohrzüchtung wird demnächst erscheinen.

Das Bedürfnis nach frostresistenten Varietäten in Louisiana hat dazu geführt, das Brandes (19) in Zentralasien eine Reihe Formen von S. spontaneum sammelte, von denen einige sogar in der Nähe von Washington (D. C.) gedeihen und zur Blüte gelangen.

In Kleinasien, wo bis vor kurzem das Vorkommen von wildem Zuckerrohr nicht bekannt aber wohl vermutet wurde, fand van Dillewijn (25) ebenfalls eine frostresistente Form von S. spontaneum.

### Varietätenkreuzungen

Kreuzungen zwischen den Varietäten einer einzigen Art, besonders zwischen den saftigen, zuckerreichen Varietäten von S. officinarum, haben jahrzehntelang den Hauptbestandteil der meisten Kreuzungsprogramme ausgemacht. Wegen ihrer Empfindlichkeit für Krankheiten und Schädlinge sind diese Kreuzungen jedoch allmählich in den Hintergrund geraten, besonders als es sich zeigte, welche Resultate sich mit der hierunter zu besprechenden „Nobilisation" von Glagah (S. spontaneum Java) erreichen lassen.

Theoretisch interessant sind die in den letzten Jahren in Britisch-Indien (9) durchgeführten Kreuzungsversuche zwischen verschiedenen Formen von S. spontaneum, in denen es gelang, durch geeignete Kombinationen schon bekannte Formen von S. spontaneum experimentell zu erzeugen. So ergab z. B. die Kreuzung zwischen der Lahore-Form ($2n = 48$) und der Dacca-Form ($2n = 80$) die Coimbatore-Form ($2n = 64$). Aus der Kombination Dacca und Glagah ($2n = 112$) ging die Burma-Form ($2n = 96$) hervor und aus einer Kreuzung zwischen Lahore und Coimbatore entstand die Dehra Dun-Form ($2n = 56$).

### Artkreuzungen

Weitaus die größten Erfolge, welche die Zuckerrohrzüchtung zu verzeichnen hat, sind durch Artkreuzungen erreicht worden, besonders durch die Kreuzung S. officinarum $\times$ S. spontaneum und ihre weitere „Nobilisierung" (Jeswiet [34]; Posthumus [44]). Die beabsichtigte Kombination der Ertragsfähigkeit von S. officinarum mit der Krankheitsresistenz von S. spontaneum gelingt bei dieser ersten Kreuzung nur teilweise, da die hieraus entstandene $F_1$ zwar resistent, aber wenig ertragsfähig ist. Bei Rückkreuzung[1]) der $F_1$ mit S. officinarum nimmt die Ertragsfähigkeit zu, während die Resistenz erhalten bleibt; die in dieser Weise gezüchteten Pflanzen besitzen jedoch noch keinen praktischen Wert. Kreuzt man auch diese zurück mit S. officinarum, so erhält man eine Reihe wertvoller Varietäten, zu denen die bekannten Formen P. O. J. 2878[2]),

[1]) Rückkreuzung ist hier im weitesten Sinne zu nehmen, da zwar mit derselben elterlichen Art, aber nicht mit derselben elterlichen Varietät zurückgekreuzt wird.

[2]) Die Erklärung einiger vielfach benutzten Abkürzungen folgt hierunter.

B Barbados
Ba Barbados geselbstet
BH Barbados-Hybride
Co Coimbatore (Br. Indien)
CoS bezieht sich auf Varietäten, welche von der Versuchsstation Shajahampur (United Provinces) aus Samen von in Coimbatore durchgeführten Kreuzungen enthalten sind.
CP Canal Point (Florida)
D Demarara
DI Demak Idjo (Zuckerfabrik in Java)

P.O.J. 2725, P.O.J. 2714, usw. gehören. Den hier geschilderten Prozeß, wobei eine „nobele“ Varietät (S. officinarum) mit einer wilden gekreuzt, sodann die $F_1$ wieder mit einer „nobeln“ Varietät zurückgekreuzt wird usw., nennt man „Nobilisation“. Man spricht von erster, zweiter, dritter „Nobilisation“ usw. P.O.J. 2878 gehört zur dritten „Nobilisation“ ($F_3$). Man kann die Nobilisierung auch weiter durchführen; es zeigt sich aber, daß die Resistenz gegen Krankheiten bei weiterer „Nobilisation“ allmählich nachläßt (vgl. auch S. 578), welche Erscheinung Hand in Hand geht mit einer Abnahme der Anzahl Spontaneum-Chromosomen. Artkreuzungen zwischen S. officinarum und den beiden indischen Arten S. sinense und S. barberi haben in früheren Jahren ebenfalls eine wichtige Rolle gespielt. Aus der Kreuzung von nobeln, javanischen Varietäten mit Chunnee (S. barberi) sind z. B. P.O.J. 36 und P.O.J. 213 hervorgegangen, welche noch heutzutage in mehreren subtropischen Gebieten viel angebaut werden.

### Gattungshybride

Kreuzungen zwischen Saccharum und Erianthus wurden im Laufe der Jahre mehrmals vorgenommen, ohne daß diese jedoch bisher zu praktischen Ergebnissen geführt haben. Möglicherweise verspricht eine aus Neuguinea importierte Form, welche viel Ähnlichkeit mit Erianthus arundinaceus aufweist, mehr als die von frühern Forschern benutzten Formen (Brandes, Sartoris und Grassl (19).

In den letzten Jahren haben die Gattungshybride mit Sorghum, Bambusa u. a. großes Interesse erregt. Die Kreuzung Saccharum × Sorghum gelang zum ersten Male Thomas und Venkatraman (53, 58) in Coimbatore (Br.-Indien) mit P.O.J. 2725 × Sorghum durra Stapf. Die $F_1$-Pflanzen wiesen schon bald nach der Keimung Sorghum-Merkmale auf, z. B. kürzere, breitere und blässere Primärblätter, während nach einigen Wochen bis zu 8% Albinos auftraten. In den späteren Entwicklungsstadien zeigte sich eine große Mortalität, welche bis zu 40% stieg. Während die meisten $F_1$-Pflanzen ein geringes Wachstum aufwiesen, gab es einige, welche sich besser entwickelten. Die verwelkenden Blätter falten sich oft in der für Sorghum typischen Weise im Gegensatz zu den Saccharumblättern, welche sich unter ähnlichen Verhältnissen einrollen. Auch das Vorkommen der für Sorghum charakteristischen Stelzwurzeln wurde bei mehreren $F_1$-Pflanzen beobachtet, während die Bestockung im allgemeinen mehr derjenigen von Saccharum ähnelte. Andere von Sorghum herstammende Merkmale sind der einzeilige Ring von Wurzelprimordien oberhalb der Stengelknoten, die tiefe Längsgrube, welche unter der Knospe anfängt und sich über das ganze Internodium erstreckt, und die Form der Knospen. Auch in den Blüten lassen sich viele Sorghum-Merkmale nachweisen.

Die Absicht, aus der Kreuzung Saccharum × Sorghum frühreifende Formen zu erhalten, gelang insofern als mehrere $F_1$-Individuen innerhalb 5—6 Monaten zur Reife kamen und einen hohen Zuckergehalt aufwiesen. Der Zuckerertrag je Hektar war jedoch sehr gering. Sac-

---

EK E. Karthaus (Zuckerrohrzüchter in Java)
H Hawaii
M Mauritius
POJ Proefstation Oost-Java (Pasoeroean)
Q Queensland
SC Saint Croix
SJ South Johnston
SW Sempalwadak (Zuckerfabrik in Java)

charum × Sorghum-Kreuzungen wurden in Coimbatore später mit verschiedenen Varietäten von Saccharum und Sorghum wiederholt, während bald darauf ähnliche Kreuzungen auch in den meisten andern Zuckerrohrländern durchgeführt wurden, so daß diese heutzutage eine wichtige Rolle in der Zuckerrohrzüchtung spielen. Zu den Saccharum × Sorghum-Hybriden, welche in Br.-Indien in Feldversuchen angepflanzt worden sind, und sich durch ihre Frühreife unterschieden haben, gehören u. a. Co. 352, Co. 353, Co. 556 und Co. 357.

Janaki Ammal und Singh (33) berichten über die Kreuzung Saccharum spontaneum (Dehra Dun) × Sorghum durra (vgl. S. 574), während aus Br.-Indien ebenfalls Berichte vorliegen, welche darauf hinweisen, daß die Kreuzungen P. O. J. 2725 × Sorghum sudanense und P. O. J. 2725 × Sorghum halepense gelungen sind (9).

Auch die Kreuzung Saccharum × Bambusa verdanken wir der „Cane Breeding Station" in Coimbatore. Venkatraman (55, 56, 57) erhielt aus den Kreuzungen P. O. J. 213 × Bambusa arundinacea und P. O. J. 2725 × Bambusa arundinacea resp. 18 und 11 $F_1$-Individuen. Wider alles Erwarten erwiesen sich die $F_1$-Pflanzen als fertil und ergaben bei offener Bestäubung eine $F_2$-Generation von etwa tausend Pflanzen. Wie anzunehmen war, zeigten sowohl die $F_1$- wie die $F_2$-Pflanzen eine große Variabilität. Es ließen sich mehrere typische Bambusmerkmale nachweisen. So wachsen z. B. die Rhizomknospen erst abwärts, bevor sie als Schößlinge emporwachsen, welche Eigentümlichkeit bei mehreren $F_2$-Individuen mehr oder weniger deutlich ausgeprägt vorkommt. Eine andere Eigentümlichkeit bildet die starke Verzweigung des Rhizoms bei Bambus im Gegensatz zu dem dichten, sich auf einen bestimmten Raum beschränkenden Bestockungstypus von Saccharum. Beide Rhizomtypen und ihre Übergänge finden sich in der $F_2$-Generation und es liegt hier eine Möglichkeit vor, die Bestockung innerhalb weiterer Grenzen zu variieren als bisher geahnt wurde. Weitere sonstige beachtungswerte Merkmale der $F_2$-Generation sind die hohlen und gefüllten Stengel samt ihren Übergängen, die Art der Verzweigung, die Form und Inserierung der Stengelknospen, die Anatomie von Stengel und Wurzel, die Chromosomenzahlen (vgl S. 574) usw. Auch in den Blüten findet man manche Eigentümlichkeiten, welche bei Saccharum unbekannt sind.

In Formosa führte Nakamura (42) die Kreuzung P. O. J. 2725 × Sorghum (Morokoshi) durch, wobei die $F_1$ einen großen Prozentsatz Zwergpflanzen aufwies, deren Zahl bei Benutzung verschiedener Eltern und in verschiedenen Jahren erheblich schwankte. Der Autor glaubt, daß die Temperatur und andere Faktoren Einfluß ausüben auf die Chromosomenverteilung während der Meiosis. Eine $F_1$-Pflanze bildete schon eine Rispe, als die Pflanze erst 30 cm hoch war. Verschiedene andere Abnormalitäten wurden in der $F_1$-Generation beobachtet.

Als Merkwürdigkeit sei noch hervorgehoben, daß bei Tausenden von Kreuzungen zwischen P. O. J. 213 und anderen Saccharum-Varietäten nie Nachkommen erhalten worden sind, welche den Eltern von P. O. J. 213 ähnlich sehen, während dies wohl der Fall ist bei der Kreuzung P. O. J. 213 × Bambusa, in deren $F_2$ Formen vorkommen, welche große Ähnlichkeit mit Zwart Cheribon und Chunnee (S. barberi) aufweisen. Unter den $F_2$-Pflanzen fanden sich mehrere mit schönen, geraden Stengeln, während auch die vorläufigen, refraktometrischen Saftanalysen nicht schlecht waren. Was die Härte der Stengel anbetrifft, scheinen neben vielen Pflanzen mit sehr harten Stengeln andere vorzukommen mit Stengeln, welche für die meisten Zuckerrohrmühlen weich genug sind.

Aus all diesem geht hervor, daß sich bei der Kreuzung zwischen diesen in systematischer Hinsicht so weit voneinander entfernten Pflanzen so viele neue Möglichkeiten darbieten, daß man mit großem Interesse weitere Ergebnisse, besonders diejenigen einer eventuellen „Nobilisierung", erwarten wird.

Über eine Saccharum × Zea-Kreuzung berichtet Janaki Ammal (30). Durch Bestäubung von S. officinarum var. Vellai mit Pollen von Zea Mays var. Golden Beauty wurde ein einziges $F_1$-Individuum erhalten, das Zwergform aufwies und nach 22 Monaten noch nicht zum Blühen gekommen war. Auch hier hat die zytologische Untersuchung die Bastardnatur dieser Pflanze sichergestellt.

Die Kreuzung Saccharum × Imparata cylindrica Beauv. scheint dieser Forscherin ebenfalls gelungen zu sein (30); Einzelheiten hierüber fehlen jedoch bisher.

Über die Bedeutung, welche die oben genannten Gattungshybride eventuell für die praktische Zuckerrohrzüchtung haben können, läßt sich zur Zeit noch nichts mit Bestimmtheit sagen. Soviel steht jedoch fest, daß durch diese gelungene Gattungsbastardierung das dem Zuckerrohrzüchter zur Verfügung stehende Genmaterial erheblich bereichert worden ist und daß sich hieraus neue, bis jetzt nicht geahnte Möglichkeiten ergeben können.

## Faktorenanalyse

Die Zuckerrohrzüchtung fand bisher fast ausschließlich nach praktischen Gesichtspunkten statt, woraus sich die Tatsache erklären läßt, daß mit der Faktorenanalyse noch kaum ein Anfang gemacht wurde. In Coimbatore (2) erhielt man bei Selbstung von S. spontaneum in der $F_1$ das Verhältnis 1 : 15 für respektiv aufrechten und kriechenden Wuchs. Auch konnte man feststellen, daß die vierte Spelze von S. spontaneum sich bei der Kreuzung mit S. officinarum als dominanter Faktor vererbt; ähnliches konnte nachgewiesen werden für die Begrannung in Sorghum bei Kreuzung mit S. spontaneum.

## Zytologie

Die zytologischen Verhältnisse von S. spontaneum sind durch einige Veröffentlichungen von Janaki Ammal wesentlich geklärt worden. Die Untersuchung (28) von neun britisch-indischen Formen ergab die polyploide Reihe 2n = 48, 56, 64 und 80. Häufig wurde sekundäre Assoziation wahrgenommen, wobei die Bivalenten sich zu Gruppen von 5 oder 10 anordneten, was der Grundzahl der Andropogoneae entspricht. In einer anderen Arbeit berichten Janaki Ammal und Singh (32) über die zytologischen Verhältnisse einer Burma-Form von S. spontaneum, bei der 2n = 96 Chromosomen nachgewiesen werden konnten. Das Vorherrschen in Britisch-Indien von Formen mit 2n = 64 Chromosomen und das Vorkommen einer Gigas-Form in Sumatra mit 2n = 124 Chromosomen legen die Vermutung nahe, daß die Burma-Form triploid ist. Weiter unternimmt Janaki Ammal (31) den Versuch, die Chromosomenzahlen von S. spontaneum näher zu analysieren. Die Chromosomenreihe 2n = 48, 56, 64, 72, 80, 96 und 112 konnte darauf hinweisen, daß die Grundzahl x = 8 sei. In diesem Falle wären jedoch die Formen mit 2n = 56 und 2n = 72 respektiv als 7 x und 9 x aufzufassen und es müßten sich demnach Unregelmäßigkeiten in der Meiosis nachweisen lassen. Da letzteres jedoch nicht der Fall ist, wird angenommen, daß S. spontaneum zwei Grundzahlen besitzt, 6 und 10. Formen mit 2n = 48 und mit 2n = 80 werden als oktoploid aufgefaßt mit den Grundzahlen x = 6 und x = 10. Formen mit 2n = 64 werden als (4 × 6) + (4 × 10) gedeutet

und sind vielleicht aus einer Kreuzung der beiden oben genannten Oktoploiden entstanden. Formen mit 2n = 56 und 2n = 72 Chromosomen werden als Rückkreuzungen mit der Zusammensetzung (6 × 6) + (2 × 10) und (2 × 6) + (6 × 10) gedeutet. Schließlich wird noch das Vorkommen einiger Gigas-Formen in der $F_1$ einer geselbsteten S. spontaneum erörtert. Die geselbstete Pflanze besaß 2n = 56 Chromosomen, während in den Gigas-Formen 2n = 84 Chromosomen nachgewiesen werden konnten; es handelt sich also um triploide Pflanzen.

Wenn auch noch manches aufzuklären bleibt, so haben diese Untersuchungen unsern Einblick in die zytologischen Verhältnisse der verschiedenen Formen von S. spontaneum doch schon wesentlich vertieft.

Die Zytologie der Gattungshybride ist bisher noch wenig intensiv studiert worden; es sind jedoch schon einige interessante Tatsachen zu verzeichnen. Singh (47, 48) untersuchte die Nachkommen der Kreuzung P. O. J. 2725 (2n = 106) × Sorghum durra Stapf. (2n = 20) und fand hierbei, daß die $F_1$-Pflanzen, welche mehr Saccharum ähnelten, 2n = 116 Chromosomen aufwiesen, welche Zahl aufzufassen ist als die Summe der diploiden Saccharum- und der haploiden Sorghumzahl. Es tritt hier also eine ähnliche einseitige Chromosomenverdopplung auf, wie sie zuerst von Bremer bei der Kreuzung S. officinarum × S. spontaneum (Glagah) gefunden wurde. Die $F_1$-Pflanzen, welche mehr Ähnlichkeit mit Sorghum zeigten, wiesen dagegen 2n = 64 Chromosomen auf; hier hat also keine solche Verdopplung stattgefunden. Die bei Rückkreuzung der $F_1$ mit Sorghum erhaltenen Pflanzen zeigten 2n = 74 Chromosomen, was also auf eine Verdoppelung der Sorghum-Chromosomen hinweist.

Ähnliche Ergebnisse erhielt Moriya (41) bei der Kreuzung von P. O. J. 2725 (2n = 107) mit drei Sorghum-Varietäten (2n = 20). Die $F_1$-Generation ließ sich in drei Gruppen einteilen: normale, intermediäre und Zwergpflanzen. Die normalen Pflanzen besaßen 2n = 118 und die intermediären Pflanzen 2n = 64 Chromosomen, welche respektiv als 2 C + 1 S und 1 C + 1 S gedeutet werden, wobei C und S die Bezeichnung sind für die haploide Chromosomenzahl von Saccharum respektiv Sorghum.

Der Autor glaubt, daß die (2 C + 1 S)-Formen für Züchtungszwecke wertvoller sind als die (1 C + 1 S)-Formen und daß von den (1 C + 2 S)-Formen am wenigsten erwartet werden darf.

Über die Zytologie des Bastards S. spontaneum (2n = 56) × Sorghum durra (2n = 20) berichtet Janaki Ammal (29a). Von den 13 $F_1$-Pflanzen zeigten 12 Individuen 2n = 38 und eines 2n = 66 Chromosomen; im letzteren Falle scheint eine Verdoppelung der Saccharum-Chromosomen stattgefunden zu haben. Das für Sorghum charakteristische A-Chromosom konnte in sämtlichen untersuchten $F_1$-Pflanzen nachgewiesen werden.

Die $F_1$-Pflanzen der Kreuzung S. spontaneum Dehra Dun (2n = 56) × Sorghum durra (2n = 20) besitzen nach Janaki Ammal und Singh (33) diploid 38 Chromosomen, so daß hier keine Verdoppelung stattgefunden hat. Auch die zytologischen Verhältnisse der Saccharum × Bambusa-Hybriden wurden von Janaki Ammal (29) untersucht, wobei sich herausstellte, daß die $F_1$-Pflanzen die Summe der haploiden Elternzahlen besitzen: P. O. J. 213 (2n = 124) × B. arundinacea (2n = 72) → $F_1$ (2n = 96—100) und P. O. J. 2725 (2n = 106—107) × B. arundinacea (2n = 72) → $F_1$ (2n = 90). Dieselbe Forscherin gibt an, daß in dem Bastard Saccharum × Imparata der Imparata-Chromosomensatz verdoppelt ist. Dagegen konnte in dem Bastard Saccharum × Zea Mays keine Chromosomenverdoppelung nach-

gewiesen werden (30), denn die $F_1$-Pflanze der Kreuzung S. officinarum var. Vellai (2n=80)×Zea Mays var. Golden Beauty (2n=20, 2B) enthielt 40 Chromosomen von Saccharum und 12 von Zea Mays. Unter diesen letzteren war das VI-Nukleolarchromosom von Zea Mays zu erkennen.

## Kreuzungstechnik

Verschiedentlich wurde versucht, die Blütezeit des Zuckerrohrs zu beeinflussen, damit es möglich würde, Varietäten, welche unter normalen Verhältnissen nicht gleichzeitig blühen, miteinander zu kreuzen. Erfahrungsgemäß läßt sich durch eine geeignete Wahl von Boden- und Klimaverhältnissen in vielen Fällen die Blutezeit verschiedener Varietäten mehr oder weniger synchronisieren. So hat man z. B. auf Java schon vor Jahren, außer dem Züchtungsfeld in der Ebene, auch ein solches im Gebirge angelegt, wo die Blühverhältnisse ganz andere sind; dies hat Kreuzungen ermöglicht, welche in der Ebene allein nicht zu realisieren waren. Der Einfluß verschiedener Bodenarten auf die Blütezeit steht ebenfalls fest, ist aber ziemlich beschränkt. Sartoris (46) berichtet über Versuche, in denen mehrere Zuckerrohrvarietäten (P. O. J. 2725, Co. 281, U. S. 1694, C. P. 1165) auf Sandboden viel eher blühten als auf organischem Abfall. Dies stimmt überein mit der allgemeinen Erfahrung, daß Zuckerrohr auf schnell austrocknendem Boden früher zu Blüte gelangt als auf einem Boden, der imstande ist, das Wasser länger festzuhalten.

Der erste Versuch, die photoperiodischen Verhältnisse bei Saccharum zu studieren, wurde von Venkatraman (54) unternommen. Hierbei ergab sich, daß Co. 290 bei einer täglichen Belichtungsdauer von 6 Stunden 26 Tage eher blühte als bei natürlicher Tageslänge. Nur 1 % von den Pollenkörnern der behandelten Pflanzen keimten jedoch auf künstlichem Nährboden, was sich verstehen läßt bei dieser abnorm kurzen Belichtungsdauer. Sartoris (46) untersuchte die photoperiodischen Verhältnisse bei fünf verschiedenen Saccharum-Varietäten, von denen nur eine Saccharum spontaneum-Form aus Neuguinea (28 N. G. 292) zur Blüte kam, und zwar bei 13stündiger Belichtung, während tägliche Belichtungen von 10, 12, 14, 16 und 18 Stunden keine Blütenbildung hervorriefen. Nach Allard (11) ist dies die engste Begrenzung, welche bisher bei Pflanzen beobachtet worden ist. Was unter Zuhilfenahme moderner Technik und Methoden in dieser Hinsicht erreicht werden kann, davon geben Brandes und Matz (20) ein lehrreiches Beispiel. Es handelte sich um die Aufgabe, eine der aus Turkestan importierten, ziemlich frostresistenten, wilden Formen mit noblen oder hoch „nobilisierten" Formen in Canal Point (Florida) zu kreuzen. Die Turkestan-Form bildet in der Nähe von Washington reichlich Blüten, während sie in Canal Point nur spärlich blüht. Eine weitere Schwierigkeit bildet die Tatsache, daß die Turkestan-Form mitten im Sommer blüht, während die Formen in Canal Point im Winter blühen. Die Schwierigkeiten wurden behoben, indem blühbereite Pflanzen der Turkestan-Form im Sommer von Washington nach Südamerika versandt wurden, wo die Blütezeit derjenigen der nördlichen Hemisphäre entgegengesetzt ist und wo gerade um diese Zeit die nobeln Varietäten in Blüte stehen. Auch wurden reife Pollenkörner mit dem Flugzeug von Washington nach Südamerika gesandt. Beide Methoden ergaben gelungene Kreuzungen, und der hieraus erhaltene Same wurde mit der Luftpost nach Canal Point geschickt. Von den hieraus gewonnenen $F_1$-Pflanzen war anzunehmen, daß ihre Blütezeit ungefähr zwischen diejenigen der Eltern fallen würde, also etwa Oktober. Um diese $F_1$-Pflanzen weiter „nobilisieren" zu können, galt es, die Blütezeit der nobeln Varietäten, welche in Canal Point in den Winter fällt, um einige Monate zu verfrühen. Durch verschiedene Abstufung der Tagesbelichtung gelang es wirklich, eine der Varietäten (Co. 281) im geeigneten Augenblick zur Blüte zu bringen, so daß auch dieser zweite Schritt zum erwünschten Erfolg führte.

Wer aus eigener Erfahrung weiß, wie man bis vor kurzer Zeit bei der Zuckerrohrzüchtung fast ausschließlich von dem zufälligen Blühen der verschiedenen Varietäten abhängig war, wird verstehen, welche Möglichkeiten die Anwendung moderner biologischer Methoden in der Zuckerrohrzüchtung bieten kann.

Die in Hawaii vor Jahren von Verret und Mitarbeitern eingeführte Methode, nach der man die für Kreuzungszwecke abgeschnittenen Blütenrispen in einer verdünnten Lösung von Schwefeligsäure aufbewahrt, wurde allmählich auch in andern Ländern geprüft und zum Teil übernommen. Hierdurch ist es möglich, die Kreuzung an jedem beliebigen Ort durchzuführen. Man holt sich die Blütenrispen vom Felde und stellt sie in die Lösung, in welcher sie sich während und nach der Befruchtung normal bis zur Samenreife entwickeln, wenn die Lösung nur oft genug erneut wird. Diese Hawaii-Methode ist in späteren Jahren noch verbessert worden, indem eine Hinzufügung einer geringen Menge von Phosphorsäure sich als günstig erwies. Evans (27) erhielt noch bessere Resultate bei Benutzung einer Nährlösung, welche außer Schwefelig- und Phosphorsäure noch Kalziumsulphat, Kalziumchlorid, Ureum, Magnesiumsulphat und Glukose enthält.

Auf Barbados erhielt McIntosh (40) keine guten Resultate mit dieser Methode. Es muß aber betont werden, daß die betreffenden Versuche in einem leeren Gebäude angestellt

wurden, wo die Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse so vollkommen anders sind als im Freien, daß ein negatives Resultat nicht ohne weiteres auf Rechnung der Hawaii-Methode zurückgeführt werden darf. Namentlich die hierunter zu besprechenden in Queensland angestellten Versuche mahnen bei der Beurteilung ähnlicher Versuche zu großer Vorsicht.

Auf Mauritius, wo die ersten Erfahrungen mit dieser Methode ebenfalls nicht befriedigend waren, erhielt Evans (27) bei Änderung der Zusammensetzung der Lösung bessere Ergebnisse. In Queensland wurde die Hawaii-Methode bisher nur für die männlichen Rispen verwendet, indem man diese in die Lösung einstellte und so um die auf dem Felde stehenden weiblichen Rispen herum gruppierte (14). In letzter Zeit bewahrt man ebenfalls die weiblichen Rispen in dieser Lösung (15). Die Ergebnisse, welche man in Queensland mit dieser Methode erhalten hat, scheinen im allgemeinen zufriedenstellend zu sein, was auch aus folgendem Versuch hervorgeht. Bell (15) teilt mit, daß während der Kreuzungssaison 1938 etwa 20 Kreuzungen ausschließlich in Lösungen durchgeführt wurden; zum Vergleich wurden 14 dieser Kreuzungen gleichzeitig wiederholt, wobei sich nur die männlichen Rispen in der Lösung befanden, während die weiblichen Rispen normal an der Pflanze auf dem Felde blieben. Hierbei stellte sich heraus, daß die erhaltene Samenmenge im ersteren Fall niemals geringer war als im letzteren Fall. Dagegen wurde das Umgekehrte dreimal beobachtet. Die Versuche sollen in den nächsten Jahren wiederholt werden. Derselbe Autor berichtet noch über einen anderen interessanten Versuch. Die Kreuzung S. J. 4 × (Zwart Cheribon × S. robustum) wurde nach der Hawai-Methode in dreierlei Weise durchgeführt: a) in der Sonne, b) teilweise im Schatten (im Walde), c) in tiefem Schatten (durch Aufhängung zwischen den unteren Ästen eines Manggobaumes).

Der in dieser Weise erhaltene Same ergab je Gewichtseinheit respektiv 490, 680 und 1450 Keimlinge, was darauf hinweist, daß ein eventueller Mangel an Sonnenlicht im Falle c wahrscheinlich weitgehend kompensiert wurde durch die ständig feuchte Atmosphäre, welche zwischen den Baumblättern herrschte. Dieser Versuch zeigt deutlich, wie empfindlich der Bestäubungs- und Befruchtungsprozeß für scheinbar geringe Licht- und Feuchtigkeitsdifferenzen ist.

Dutt, Krishnaswami und Subba Rao (26) sammelten in Coimbatore eine Fülle Beobachtungen über den Verlauf der Blüte bei etwa 200 einzelnen Varietäten.

Mangelsdorf und Lennox (37) berichten über eine sogenannte „Meltingpot"-Methode, welche seit einigen Jahren in Hawaii angewandt wird. Hierbei werden einige Hunderte von männlichen und weiblichen Rispen, welche sich in der Hawaii-Lösung befinden, in einem Gestell angeordnet, wobei sie täglich die Plätze darin wechseln. Der Vater der in dieser Weise erhaltenen Keimlinge ist natürlich nicht bekannt. Dem steht die Tatsache gegenüber, daß die Zahl der Kombinationsmöglichkeiten, und damit auch die Aussicht auf Erhaltung neuer, wertvoller Varietäten, bei dieser Methode erheblich größer ist.

Dieselben Autoren teilen in einem andern Bericht (38) mit, daß die Sämlinge, welche bei der ersten Selektion ausgeschieden und bisher weggeworfen wurden, jetzt in Büscheln von 20—30 ausgepflanzt werden, wobei die Entfernung zwischen den einzelnen Büscheln nicht mehr als 5—8 cm beträgt. In dieser Weise ist es möglich, die Hunderttausende von Pflanzen auf einem beschränkten Grundstück zu pflanzen und noch einige Zeit zu beobachten. Als Folge des dichten Pflanzens läßt sich erwarten, daß die schwächern Exemplare von den stärkern verdrängt werden und daß in dieser Weise eventuelle taugliche Exemplare, welche bei der ersten Selektion übersehen wurden, durch natürliche Selektion erhalten bleiben.

Über eine leichte, bequem zu handhabende „Kreuzungslaterne" berichtet De Sornay (49). Es handelt sich um eine sechs- oder achtkantige „Laterne", deren Seitenwände aus Glas oder Micca bestehen. Der Apparat ist ungefähr 60 cm hoch und bietet durch sein leichtes Gewicht und seine Lichtdurchlässigkeit bestimmte Vorteile.

Capinpin (21) untersuchte bei 34 Zuckerrohrvarietäten den Zusammenhang zwischen Antherenfarbe und Pollenfertilität (beurteilt nach der Jodfärbung). Es zeigte sich, daß Varietäten mit purpurfarbigen Antheren im allgemeinen eine hohe Pollenfertilität besitzen, diejenigen mit gelben Antheren dagegen eine niedrige.

## Spezieller Teil

### Java

Seit der von Soltwedel im Jahre 1887 gemachten Entdeckung, daß das Zuckerrohr imstande ist, sich durch Samen fortzupflanzen, lassen sich in der Zuckerrohrzüchtung Javas zwei Hauptrichtungen unterscheiden. Bei ersterer wurde versucht, nobele Varietäten (Zwart Cheribon und Gestreept Preanger) mit Chunnee (S. barberi) zu kreuzen, wobei man eine Reihe von Formen erhielt wie P. O. J. 36, P. O. J. 36M, P. O. J. 213 und P. O. J. 234, welche noch

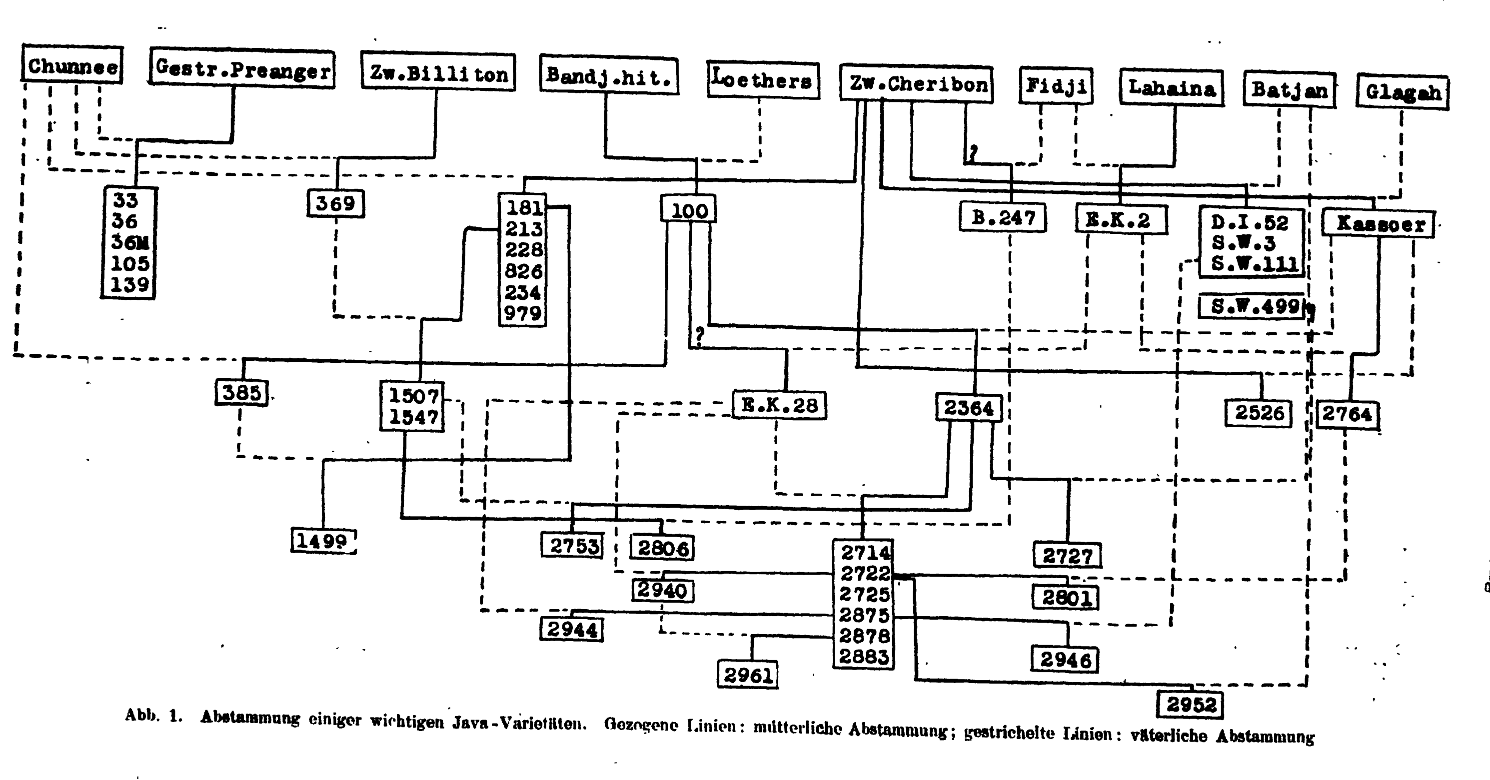



Abb. 1. Abstammung einiger wichtigen Java-Varietäten. Gezogene Linien: mütterliche Abstammung; gestrichelte Linien: väterliche Abstammung

heutzutage in verschiedenen subtropischen Ländern angebaut werden, so z. B. in Louisiana, Argentinien, Formosa und Br.-Indien. Diese Varietäten zeigten sich zwar immun gegen die gefährliche Sereh-Krankheit, aber ihre Erträge waren niedriger als diejenigen verschiedener nobeln Varietäten, so daß sie auf Java nie irgendwelche Bedeutung erlangt haben. Bei der zweiten Kreuzungsrichtung benutzte man Kassoer und nachdem man einen langen, mühsamen Weg gegangen war, wurden hierbei schließlich Formen erhalten, welche durch ihre hervorragenden Eigenschaften früher oder später die meisten anderen Zuckerrohrländer zur Übernahme dieser Züchtungsrichtung veranlaßt haben.

Wie aus dem beigegebenen Abstammungsschema hervorgeht, bildete hierbei die halbwilde Kassoer-Form, welche später von Jeswiet als einen Bastard von Zwart Cheribon × S. spontaneum (Glagah) gedeutet wurde, den Ausgangspunkt. Diese Kassoer-Form ist nach der hierbei üblichen Terminologie (s. S. 571) als eine erste Nobilisation von S. spontaneum zu betrachten. Die Rückkreuzung[1]) von Kassoer mit der nobeln Varietät P.O.J.100 ergab als zweite Nobilisation die Varietät P.O.J. 2364 und aus deren Rückkreuzung mit der nobeln Varietät E.K.28 erhielt Jeswiet (34) als dritte Nobilisation eine Reihe der damals denkbar besten Varietäten, wie P.O.J. 2878, P.O.J. 2883, P.O.J. 2725, P.O.J. 2722 und P.O.J. 2714, welche auch außerhalb der Insel Java Aufsehen erregten. Die Universalvarietät P.O.J. 2878 mit ihrer Resistenz gegen Sereh, Leafscald, Mosaik und Wurzelfäule und ihrer hohen Ertragsfähigkeit hat auf Java in kurzer Zeit alle anderen Varietäten, unter denen die damaligen nobeln Standard-Varietäten D.I.52 und E.K.28, fast ganz verdrängt. Die hervorragenden Eigenschaften von P.O.J. 2878 erhellen am besten aus der Tatsache, daß aus der einen im Jahre 1922 von Jeswiet erhaltenen Pflanze 1926 schon 20000 ha in Java angebaut worden waren (34), welche Zahl sich bis 1929 auf fast 200000 ha steigerte.

Besonders auf schweren Böden in Gegenden mit ausgeprägtem, trocknem Ost-Monsuncharakter hat diese Varietät das Ertragsniveau oft um 30—50% erhöht. In Gegenden mit leichteren Böden und feuchterem Klima (Mittel- und Westjava) ergab P.O.J. 2878 oft keine oder nur eine geringe Verbesserung (23); hier wurden in manchen Fällen bessere Resultate mit P.O.J. 2883 erzielt, und zwar durch einen höheren Zuckergehalt bei gleichem Rohrertrag. P.O.J. 2722 hat lokale Bedeutung erhalten auf sehr üppigen Böden, welche sich als Schlammablagerungen den Flüssen und Irrigationskanälen entlang ziehen (23).

Versuche die Nobilisation weiter durchzuführen, haben keine für die Praxis wichtigen Resultate ergeben. Zu der vierten Nobilisation gehören P.O.J. 2940 (P.O.J. 2722 × E.K. 28), P.O.J. 2944 (P.O.J. 2875 × E.K. 28), P.O.J. 2946 (P.O.J. 2875 × S.W. 111), P.O.J. 2947 (P.O.J. 2875 × S.W. 3) und P.O.J. 2952 (P.O.J. 2722 × S.W. 499) (44). Es handelt sich in den meisten Fällen um große, kräftige Formen, von denen jedoch keine über das Stadium der Feldversuche hinausgekommen ist. Populär gesagt, scheint es, als ob eine weitere Verdünnung des Glagah-Blutes eine zu große Abschwächung der von Glagah herstammenden wertvollen Eigenschaften (Resistenz gegen die wichtigsten Java-Krankheiten) herbeiführt. In einigen der oben genannten Formen der vierten Nobilisation hat man sogar Fälle von Sereh-Krankheit beobachtet. Aus diesem Grunde hat man in späteren Jahren Kreuzungen zwischen der dritten und vierten Nobilisation hergestellt, in denen die Verdünnung des Glagah-Blutes (theoretisch betrachtet) weniger weit durchgeführt worden ist als in der vierten Nobilisation. Hieraus ist

[1]) Vgl. die Fußnote auf S. 570.

u. a. P. O. J. 2961 hervorgegangen (P. O. J. 2878 × P. O. J. 2940, Koningsberger, 35), welche Varietät einen höheren Rohrertrag aufweist als P. O. J. 2878, jedoch durch ihren niedrigeren Zuckergehalt in der Regel eine geringere Zuckerernte ergibt. Nur auf armen Böden mit schlechten Wasserverhältnissen liefert P. O. J. 2961 infolge ihres kräftigeren Wachstums einen bedeutend höheren Rohrertrag und hierdurch eine größere Zuckerernte als P. O. J. 2878; hier hat sich diese Varietät allmählich einen bescheidenen, jedoch festen Platz im Zuckerrohrareal von Java erworben. P. O. J. 2878, welche während einer Reihe von Jahren fast die Alleinherrschaft auf Java hatte, zeigte allmählich eine zunehmende Empfindlichkeit für gewisse Pilzkrankheiten und Schädlinge. Der Spitzenbohrer (Scirpophaga auriflua Zell. var. intacta Sn.) und in geringerem Maße der gestreifte Stengelbohrer (Diatraea striatalis Sn.) haben bald nach dem Aufschwung von P. O. J. 2878 so stark zugenommen, daß der Schaden sich nur durch eine intensive und systematische Bekämpfung des ersteren innerhalb gewisser Grenzen halten läßt. Schlimmer ist die fortwährende Zunahme der Fusarium-Spitzenfäule (Fusarium moniliforme Sheld. var. subglutinans Wr. und Rg.), welche besonders in Westjava oft 20—50% der Stengel abtötet und in manchen Jahren geradezu Mißernten herbeiführt (24). Obwohl sich auch diese Krankheit bekämpfen läßt, so gestaltet sich die Bekämpfung unter den Java-Verhältnissen ziemlich schwierig und kostspielig, so daß es mehr auf der Hand liegt für die betreffenden Gegenden besser geeignete Varietäten zu züchten, welche weniger empfindlich sind für Pilze und Schädlinge als P. O. J. 2878. Man ist daher schon seit mehreren Jahren bemüht, neben P. O. J. 2878 als Hauptvarietät für den größten Teil des Java-Zuckerareals, neue Formen zu züchten, welche sich den Verhältnissen, unter denen P. O. J. 2878 versagt, besser anpassen. Da die Forschungsergebnisse der Java-Zuckerrohrkultur schon seit mehreren Jahren nicht mehr veröffentlicht werden, ist es nicht möglich, hierüber nähere Einzelheiten mitzuteilen.

## Britisch-Indien

Die Mannigfaltigkeit des Klimas in diesem ausgedehnten Zuckerrohranbaugebiet bedingt die Züchtung vieler, den örtlichen Verhältnissen entsprechenden, Varietäten. In den nördlichen Provinzen (United Provinces, Bihar, Punjab) mit ihrem vorwiegend subtropischen Klima sind schnellwachsende, frühreifende Formen mit genügender Resistenz gegen Trockenheit und Frost erwünscht. Hier gedeihen die nicht zu dicken, harten Varietäten mit guter Bestockung am besten. In den südlichen, mehr tropischen Gebieten erhält man die besten Ergebnisse mit dicken, saftigen Varietäten. Alle Kreuzungen, auch für die nördlichen Provinzen, werden von der „Sugarcane Breeding Station" in Coimbatore (Madras) durchgeführt, wo unter der Leitung Venkatramans in den vergangenen Jahren Hervorragendes geleistet worden ist. Viele der wichtigsten hier gezüchteten Varietäten sind Trihybride, da sich in ihren Voreltern S. officinarum, S. spontaneum und S. barberi nachweisen lassen. Hierzu gehören u. a. Co. 221, Co. 281 und Co. 290, welche besonders in subtropischen Gebieten gut gedeihen (Nord Br.-Indien, Louisiana, Natal, Argentinien, Südaustralien). Die Abstammung einiger wichtigen Coimbatore-Varietäten ergibt sich aus Abbildung 2.

In den letzten Jahren haben die Gattungshybride mit Sorghum und Bambusa viel Beachtung gefunden (51, 53, 55, 56, 57). Von den Saccharum × Sorghum-Bastarden scheinen Co. 352 und Co. 356 viel zu

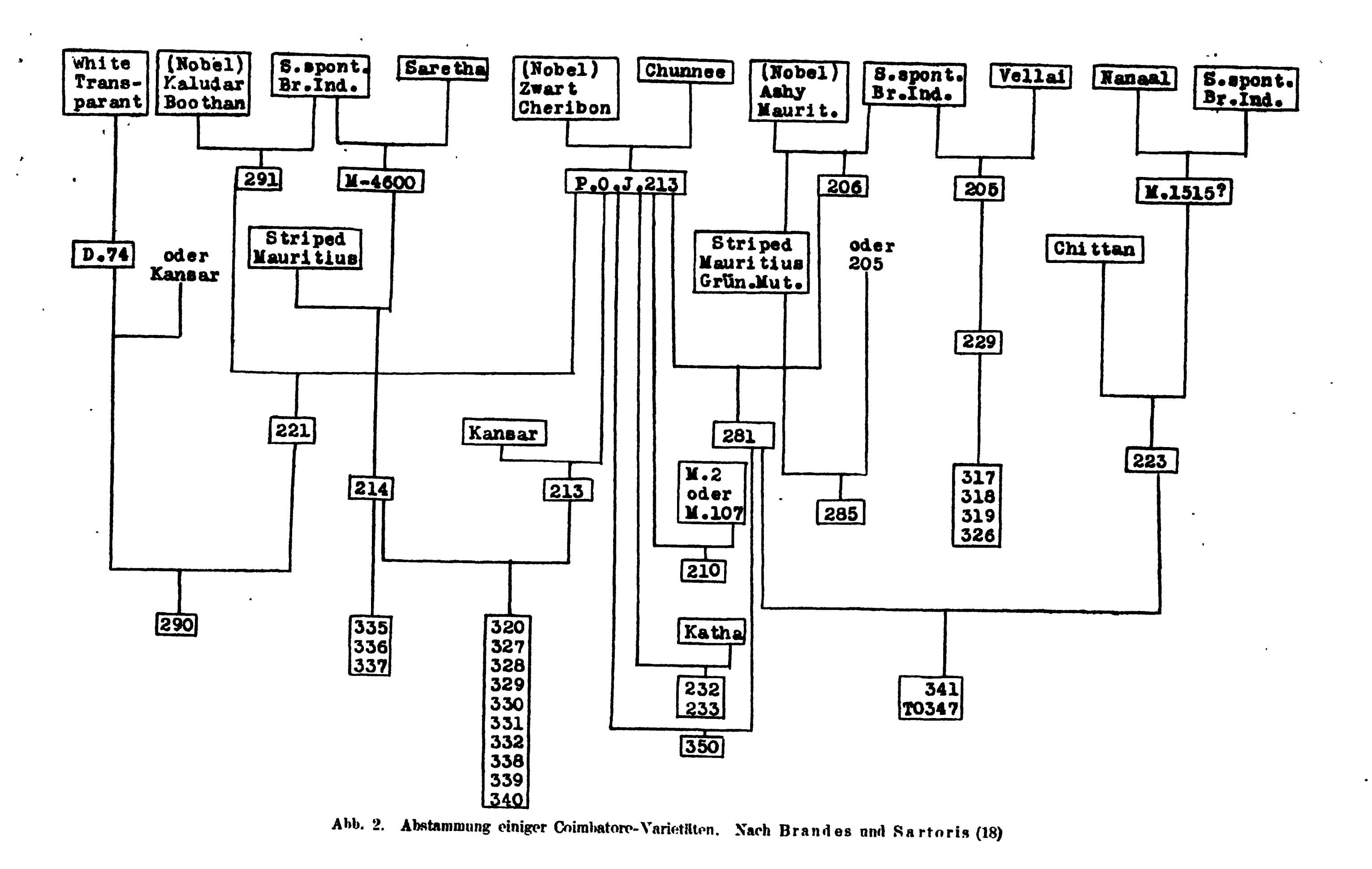



Abb. 2. Abstammung einiger Coimbatore-Varietäten. Nach Brandes und Sartoris (18)

versprechen. Schließlich hat man in jüngster Zeit trihybride Formen erhalten, an deren Erzeugung sowohl Saccharum wie Sorghum und Bambusa beteiligt waren. Von den zahlreichen Coimbatore-Nummern, welche mehr und mehr die früher angebauten Varietäten verdrängen, können hier nur einige der wichtigsten erwähnt werden (2, 8, 51). In den United Provinces hat Co. 213 eine große Verbreitung gefunden, während daneben Co. 290, Co. 244, Co. 312, Co. 313 und Co. 331 angebaut werden. Von den neueren Varietäten haben sich Co. S. 60, Co. S. 87, Co. S. 106 und Co. S. 109 ausgezeichnet. Ähnliches ist der Fall mit Co. 421, einer spätreifenden Varietät, welche sich resistent gegen Dürre und Frost erwiesen hat.

In Bihar sind Co. 213 und Co. 210 die Hauptvarietäten, während Co. 290, Co. 313 und Co. 331 (resp. früh-, mittelspät- und spätreifend) allmählich vermehrt werden. Das gleiche gilt für Co. 421, Co. 513 (beide mittelspät reif), Co. 508 (frühreif) und Co. 356 (spätreif). Der stetig zunehmende Anbau von früh- und spätreifenden Varietäten hat eine Verlängerung der Kampagnedauer ermöglicht. Von den neueren Varietäten scheint Co. 299 die beste der frühreifen Gruppe zu sein; diese Varietät und Co. 313 scheinen allmählich die andern Varietäten zu verdrängen, weil beide von Mitte November bis Ende April gutes Zuckerrohr ergeben. Von den übrigen neuen Varietäten, welche in Bihar mehr oder weniger versprechen, seien noch Co. 385, Co. 386, Co. 393, Co. 415, B. O. 3, B. O. 4, Co. 356 und Co. 331 genannt.

Im Punjab, wo des rauhen Klimas wegen noch vielfach einheimische Varietäten angebaut werden, gedeiht von den Coimbatore-Nummern Co. 285 am besten; auf sie folgen unmittelbar Co. 313 und Co. 312. Von den vielen neueren Varietäten, welche während der letzten Jahre versucht wurden, haben in der frühreifen Gruppe Co. 313 und Co. 385 die besten Resultate ergeben. In der mittlern bis spätreifen Gruppe hat Co. 312 den höchsten Ertrag erbracht; diese Varietät ist jedoch sehr empfindlich für Pyrilla. In der spätreifen Gruppe versprechen Co. 421, Co. 331 und Co. 395 am meisten. In Bengal mit seinem mildern Klima bieten die dickern (nobeln) Varietäten gute Möglichkeiten. Hier wird am meisten Co. 213 angebaut. In Versuchen haben jedoch einige neuere Varietäten höhere Erträge ergeben als diese Standardvarietät, so daß die Prüfung fortgesetzt wird. Co. 527 reift spät in Bengal und ergibt einen hohen Zuckerertrag. Auch Co. 270 und Co. 313 haben sich in den bisherigen Versuchen ausgezeichnet.

In den tropischen Gebieten von Br.-Indien sind die Fortschritte der Zuckerrohrzüchtung weniger auffallend. Hier werden neben den einheimischen, noch vielfach importierte Varietäten, unter denen P. O. J. 2878, E. K. 28 und J. 247[1]) angebaut. Von den Coimbatore-Nummern haben Co. 419, Co. 421, Co. 413, Co. 408, Co. 414, Co. 213 und Co. 36 gutes geleistet, während Co. 508 als frühreife Varietät viel verspricht.

### Louisiana

Die Züchtung neuer Varietäten findet statt in der „United States Sugar Plant Field Station Canal Point (Florida)“, eines der wenigen Gebiete außerhalb der Tropen, wo Zuckerrohr noch blüht. Die klimatischen Verhältnisse, unter denen sich das Zuckerrohr in Louisiana entwickeln muß, sind nicht günstig. Die Frostgefahr bildet einen wichtigen Faktor, so daß man fortwährend bestrebt ist, Varietäten zu importieren (siehe S. 570) oder zu züchten,

[1]) Bezeichnung für 247 B von Java.

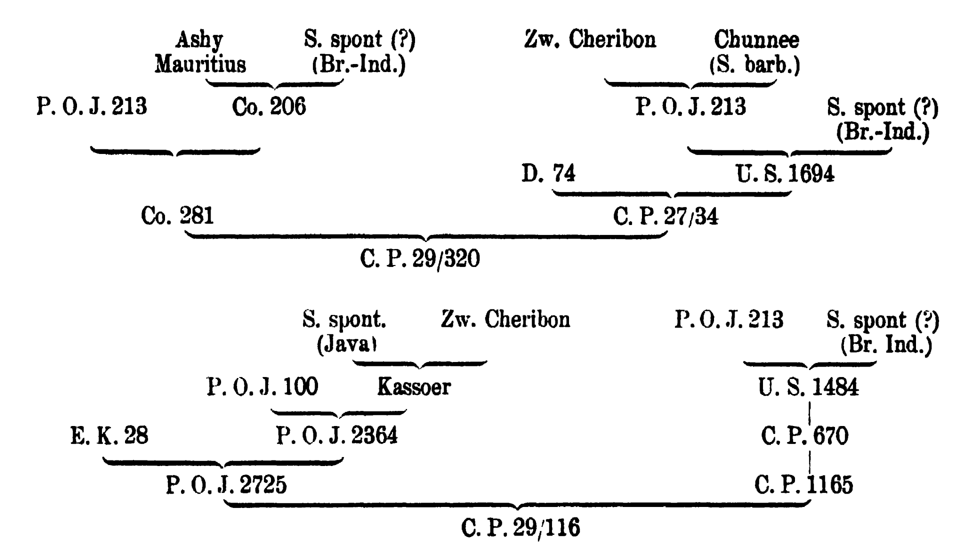
welche mehr oder weniger frostresistent sind. Sobald man in Louisiana Frost erwartet (Nov. – Dez.), wird das auf dem Felde stehende Zuckerrohr abgeschnitten und in Längshaufen auf dem Boden bewahrt (windrowing), bis es vermahlen werden kann. In dieser Weise hat es weniger vom Frost zu leiden, als wenn man es normal weiterwachsen läßt. Die Haltbarkeit des Zuckerrohrs während der Aufbewahrung auf dem Felde, die sogenannten „windrowing quality" spielt eine wichtige Rolle in der Louisiana-Zuckerrohrkultur. Die britisch-indische Varietät Co. 281 hat sich in dieser Beziehung ausgezeichnet; ihr Ertragsniveau ist jedoch niedriger als von verschiedenen andern Varietäten, welche weniger frostresistent sind. Denley (22) weist darum mit Recht darauf hin, daß der mehr oder weniger gezwungene Anbau der resistenten Co. 281 und die hohen Kosten des „windrowing" die Zuckerproduktion sehr kostspielig gestalten. Ein anderer Faktor, dem die Züchtung für Louisiana Rechnung zu tragen hat, bildet das Auftreten verschiedener Krankheiten, von denen Mosaik, Redrot (Colletotrychum falcatum Went), Rootrot (Pythium arrhenomanes Drech.), Sheathrot (Cytospora sacchari Butler), Pokkahboeng (Fusarium moniliforme Sheld.), Redstripe (Phytomonas rubrilineans [Lee et al.] Elliot), Eyespot (Helminthosporium sacchari [v. Br. de Haan] Butl.) und Brownstripe (Helminthosporium stenospilum Drech.) die wichtigsten sind. Nach Rands und Dopp (45) sind die nobeln Varietäten (S. officinarum) im allgemeinen empfindlich für Pythium, während S. sinense und S. spontaneum resistent sind. Die $F_1$-Generation einer Kreuzung zwischen einer empfindlichen und einer resistenten Varietät ist überwiegend resistent; bei fortgesetzter Nobilisierung wird die Resistenz jedoch schwächer bis sie schließlich verschwindet. Für Redrot konnte Abbot (10) nachweisen, daß S. officinarum im allgemeinen empfindlich, S. spontaneum dagegen ziemlich resistent ist. Eine an einer Reihe resistenter C. P.-Nummern vorgenommene Untersuchung ergab, daß die Resistenz wahrscheinlich von S. spontaneum herrührt. Weiter erörtert Abbot (10a) die Empfindlichkeit verschiedener Varietäten für Cytosporarot (Cytospora sacchari Butler) und weist nach, daß die Nachkommen der Kreuzung U. S. 1643 (empfindlich) × C. P. 29/284 (resistent) durch ihre hohe Resistenz auffallen. Mathes, Ingram und Haley (39) prüften die Nachkommen verschiedener Kreuzungen auf ihre Resistenz gegen den Bohrer Diatraea saccharalis (F), wobei sich die Kombinationen P. O. J. 2725 × Co. 214, C. P. 29/133 × C. P. 29/290 und besonders Co. 281 × N. G. 251 auszeichneten. Für letzteren Fall konnte wahrscheinlich gemacht werden, daß die Resistenz von N. G. 251[1]) herrührt.

Die während der letzten Jahre in Louisiana am häufigsten angebauten Varietäten sind nach Brandes und Sartoris (18) die in Canal Point gezüchteten C. P. 807, C. P. 28/11 und C. P. 28/19, welche gegen verschiedene Krankheiten resistent sind und den Boden- und Klimaverhältnissen von Louisiana entsprechen.

Von den ausländischen Varietäten haben sich Co. 281 und Co. 290 einen festen Platz in Louisiana erworben. Einige P. O. J.-Varietäten, welche während mehrerer Jahre angebaut wurden und gute Erträge lieferten, sind infolge zunehmenden Krankheitsbefalls in ihren Leistungen allmählich stark zurückgegangen und werden von bessern Varietäten verdrängt. Arceneaux, Gibbons und Krumbhaar (12) bringen die Versuchsergebnisse der neuern Varietäten bis 1937, aus denen die guten Leistungen von C. P. 29/116 und

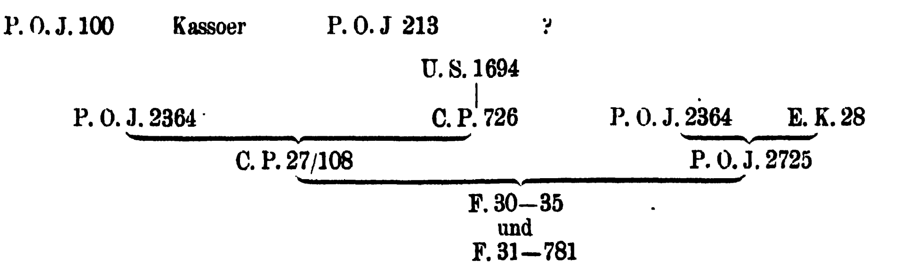
[1]) N. G. 251 ist eine vor einigen Jahren aus Neuguinea importierte Form von S. robustum Jeswiet.

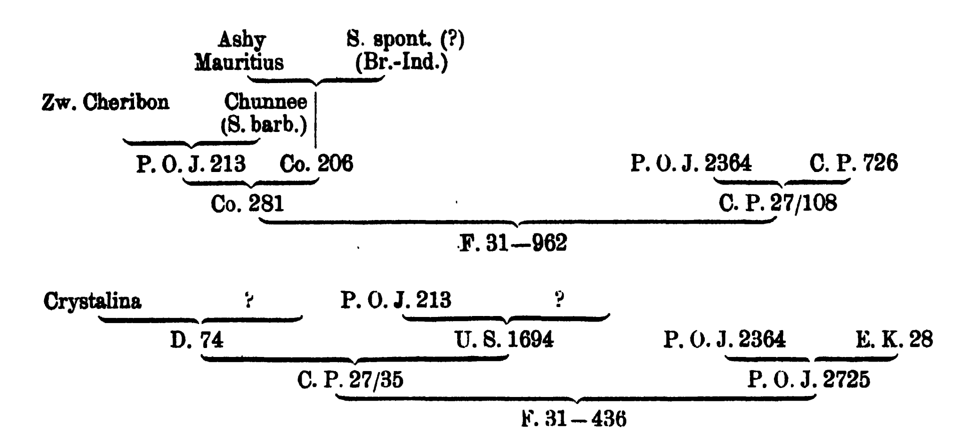
C. P. 29/320 hervorgehen. C. P. 29/320 ist entstanden aus der Kreuzung Co. 281 × C. P. 27/34 und C. P. 29/116 aus der Kreuzung P. O. J. 2725 × C. P. 1165. Beide sind also Trihybride, unter deren Vorfahren sich S. officinarum, S. barberi und S. sinense nachweisen lassen, wie aus untenstehender Abstammungstabelle hervorgeht. C. P. 29/320 zeichnet sich aus durch Frühreife und ist imstande, C. P. 28/19 eventuell zu ersetzen. C. P. 29/116 ergibt gute Rohrerträge, weist jedoch einen niedrigern Zuckergehalt auf als die viel angebaute Co. 290. Gute „windrowing" Eigenschaften zeigten in vorläufigen Versuchen C. P. 29/99 und C. P. 29/137, wobei sie sogar mehr leisteten als die bisherige windrow-Standardvarietät Co. 281.




## Florida

Über die Leistungen einiger neuen Varietäten in Florida berichtet Bourne (17). Es handelt sich um F 30—35 (P. O. J. 2725 × C. P. 27/108), F 31—962 (Co. 281 × C. P. 27/108), F 31—436 (P. O. J. 2725 × 27/35) und F 31—781, von denen die drei erstern resp. unter Plantpatent Nr. 210, 203 und 220 eingeschrieben worden sind. Diese neuen Varietäten haben in Feldversuchen einen bedeutend höhern Zuckerertrag ergeben als die bisherigen Standardvarietäten P. O. J. 2725 und Co. 281, während sie durch ihre schnellere Reife einen frühern Kampagnebeginn ermöglichen. Ihre Abstammung geht aus untenstehendem Schema hervor.






## Barbados

Barbados gehört mit Java zu den Gebieten, wo man zuerst die Zuckerrohrzüchtung in Angriff genommen hat. Im Jahre 1888 entdeckten Harrison und Bovell die Möglichkeit, das Zuckerrohr mittels Samen fortzupflanzen und kurz darauf wurden Kreuzungsversuche eingeleitet. Bei der Zuckerrohrzüchtung auf Barbados hat man lange Zeit ausschließlich Formen von S. officinarum untereinander gekreuzt und in dieser Weise ein Züchtungsprogramm bearbeitet, wie es innerhalb einer einzigen Art von Saccharum kaum ein zweites in der Welt gibt. Einige der hierbei erhaltenen Formen (B. H. 10 (12), S. C. 12 (4) usw. nähern sich schon stark den reinen Linien; sie ergeben gute Erträge, sind aber sehr empfindlich. Erst ziemlich spät hat man, dem Beispiel andrer Länder folgend, auch andere Saccharum-Arten in das Kreuzungsprogramm aufgenommen. Die Züchtung für sämtliche britische Antillen findet statt in der „British West Indies Central Sugar Cane Breeding Station" auf Barbados. Neue Varietäten, welche in irgendeiner Weise etwas versprechen, werden nach der Quarantänestation in Trinidad verschickt und, nachdem sie hier während einer bestimmten Zeit in Observation geblieben sind, nach den einzelnen Inseln befördert. Da die Boden- und Klimaverhältnisse der Inseln eine große Mannigfaltigkeit aufweisen, hat man die Züchtungsziele dementsprechend differenziert. Man unterscheidet nach der Bodenart, der Niederschlagsmenge und dem Vorherrschen von Mosaik- und andern Krankheiten etwa vier Hauptgebiete, nach denen man sich bei der Züchtung neuer Varietäten besonders richtet.

Zur Zeit (5) wird die Varietät B. 2935 (Ba. 11569 × Ba. 6032) am meisten angebaut (39 % der Anbaufläche); ihr folgen B. H. 10 (12) (Ba. 6835 × B. 4578) mit 27 % und B. 3013 (eine Mutation von Ba. 11569) mit 4 %.

Das Kreuzungsprogramm der letzten Jahre umfaßt nach McIntosh (40): a) Kreuzungen innerhalb der Art S. officinarum; b) Nobilisierung verschiedener Formen von S. spontaneum (aus Br.-Indien, Java, Celebes); c) Nobilisierung von S. barberi; d) Nobilisierung von S. sinense; e) Kreuzungen von mehr als zwei Saccharum-Arten. Bei S. spontaneum hat man schon die sechste Nobilisation erreicht; die hierbei erhaltenen Formen weisen eine weitgehende Ähnlichkeit mit S. officinarum auf.

Zu den Varietäten, welche auf Grund mehrjähriger Versuchsergebnisse, neben den ältern Nummern B. 2935, B. 726 und B. H. 10 (12), zum Anbau empfohlen werden, gehören B. 3013, B. 3127 und B. 3439. Von diesen hat B. 3013 sich besonders in mehreren Schnitten (ratoons) ausgezeichnet und

es scheint wenig Zweifel darüber zu bestehen, daß man diese Varietät in kurzer Zeit auf einem großen Teil der Roterden anbauen wird. B. 3127 scheint auf den weniger tiefen Roterden, wo diese Varietät gute Schnitte liefert, Aussicht auf Erfolg zu bieten. B. 3439 hat sich am besten auf den Schwarzböden bewährt; hier soll diese Varietät intensiv weiter geprüft werden.

Bei der Züchtung mosaikresistenter Varietäten haben sich B. 3254 und B. 35 187 ausgezeichnet. Ihre Abstammung ist folgende:

P. O. J. 2725 B. 247
B. 3254

P. O. J 2725 B. H. 10 (12)
B. 3172 B. 391
B. 35 187

Es handelt sich also um eine vierte, resp. fünfte Nobilisation von Java-Glagah (S. spontaneum). Beide Varietäten weisen ein gutes Wachstum auf und zeigten sich bis jetzt resistent gegen die Mosaikkrankheit.

Über die Frequenz der Gumming-Krankheit (Bact. vascularum [Cobb] Grieg-Smith) in den Nachkommen verschiedener Kreuzungen berichtet Stevenson (52): Ba. 11 569 ist tolerant für diese Krankheit, d. h. sie wird von der Krankheit angegriffen, aber leidet nicht darunter. Bei Kreuzungen, in denen Ba. 11 569 als Mutter benutzt wurde, weist die Resistenz der Nachkommen eine weitgehende Korrelation mit der des Vaters auf, wie aus folgendem Beispiel hervorgeht:

| Mutter Vater | Resistenz des Vaters | % resistente Nachkommen |
|---|---|---|
| Ba. 11 569 × Ba. 6032 | sehr empfindlich | 27 |
| Ba. 11 569 × B 417 | resistent | 87 |
| Ba. 11 569 × B. H. 10 (12) | resistent | 82 |

Die Glagah-Nobilisationen zeichnen sich durch eine hohe Resistenz aus. Sogar in der vierten und fünften Nobilisation, welche den nobeln Varietäten ganz ähnlich sehen, beträgt die Resistenz noch 96—100 %.

### Britisch-Guyana

D. 625, welche viele Jahre hindurch die wichtigste Varietät war, hat heutzutage keine große Bedeutung mehr. Einen ähnlichen Weg geht Diamond 10, welche allmählich von besseren Varietäten, besonders von P. O. J. 2878, verdrängt wird. In den Feldversuchen haben sich nach Williams (60), und Williams und Cameron (61) Co. 213 und P. O. J. 2878 als die besten Varietäten erwiesen. Erstere erzeugt einen größeren Rohrertrag; ihre Saftqualität ist jedoch nicht so gut wie die von P. O. J. 2878. Der zweite Schnitt sinkt dagegen bei P. O. J. 2878 tiefer herab als bei Co. 213, so daß der Ertrag des zweiten Schnittes resp. 72 und 92 % des ersten Schnittes beträgt. Es besteht also die Möglichkeit, daß das Gesamtergebnis von mehreren (4—6) Schnitten zugunsten von Co. 213 ausfallen wird.

Aus Kreuzungen zwischen einheimischen und importierten Varietäten hat man eine Reihe neuer Formen erhalten, von denen sich D. 75/30 (Badila × D. 625) und in geringerem Maße D. 66/30 (Diamond 10 × S. C. 12/4) gut bewährt haben in Feldversuchen mit P. O. J. 2878 und Diamond 10. Auch die Versuchsergebnisse von D. 150/30 (D. 625 × S. C. 12/4) versprechen genug, um weitere Prüfung als wünschenswert erscheinen zu lassen. D. 49/30 hat

nur lokale Bedeutung erlangt, und zwar in einem gewissen Gebiet von Demarara.

Von den neueren Varietäten haben sich folgende Nummern ausgezeichnet: D. 419/33 (Co. 281 × Diamond 10), D. 34/33 (D. 666/18 × Diamond 10), D. 8/33 (D. 53/27 × Diamond 10), D. 30/33 (S. C. 12/4 × Diamond 10), D. 39/33 (D. 666/18 × Diamond 10), D. 456/33 (P. O. J. 2878 × Diamond 10) und D. 24/33 (S. C. 12/4 × Diamond 10). Von diesen Varietäten sind die Versuchsergebnisse von zwei Erntejahren bekannt (erster und zweiter Schnitt); die Versuche werden fortgesetzt.

Von den neuesten Varietäten, von denen bisher nur die Ernteergebnisse eines Jahres vorliegen, hat sich D. 166/34 (P. O. J. 2878 × Sorghum) besonders unterschieden. Diese Varietät wird ihrer guten Eigenschaften wegen schon jetzt in schnellem Tempo vermehrt.

## Hawaii

Die großen Unterschiede in Klima und Boden der vier Hawaii-Inseln und die ihnen entsprechenden Anbaumethoden und Krankheiten stellen der Zuckerrohrzüchtung auf Hawaii eine Reihe von Problemen (Mangelsdorf 36). Die Windseite der Inseln mit viel Regen, wenig Sonnenschein und verhältnismäßig niedriger Temperatur verlangt Varietäten mit mitteldicken Stengeln, welche sich gut bestocken und welche imstande sind, die Unkrautentwicklung zu verhindern; an der Luvseite mit viel Sonnenschein, hoher Temperatur und guter Bewässerung ergeben die Varietäten mit dicken Stengeln die Bestleistungen. S. robustum nimmt seit ihrer Entdeckung einen festen Platz in dem Hawaiischen Kreuzungsprogramm ein. Es hat sich herausgestellt (6), daß die Bastarde zwischen S. robustum und nobeln (oder hochnobilisierten) Formen, und ihre Rückkreuzungen mit den letzteren eine Reihe wertvoller Kreuzungseltern ergeben haben, z. B.:

32—6774 = P. O. J. 2878 × Molokai 1231[1])
32—7583 = 26 C. 188 × Molokai 1183[1])
33—7099 = 27—8101 × 32—7583
33—7101 = 27—8101 × 32—7583

Nach Mangelsdorf und Lennox (38) wird versucht, Formen mit hohem Zuckergehalt und Resistenz gegen Augenfleckenkrankheit (Helminthosporium sacchari [v. Br. de Haan] Butl.) zu erhalten mittels Kreuzung von weichen, zuckerreichen Varietäten mit harten, resistenten Abkömmlingen der zweiten Nobilisation von S. robustum. Außer auf Augenfleckenkrankheit, wird bei der Selektion auch auf Empfindlichkeit für Pythium-Wurzelfäule, Leafscald (Bact. albilineans Ashby) und Resistenz gegen Trockenheit geachtet. Die Chromosomenverdoppelung, welche stattfindet, wenn ein als Mutter benutztes S. officinarum mit S. spontaneum, S. barberi oder Sorghum gekreuzt wird, wird eingehend studiert.

Die Kreuzung zwischen weichen Varietäten, wie z. B. 27—8101 und 31—1389, und harten Abkömmlingen von S. robustum hat eine Reihe wertvoller Formen ergeben. Alle neuen Formen werden in der Regel mittels eines speziell dafür konstruierten Apparates auf ihre Rindenhärte untersucht, wobei sich ergeben hat, daß Formen mit harter Rinde eine größere Resistenz gegen Stengelbohrer besitzen.

[1]) Diese Molokai-Nummern sind Formen von S. robustum, welche aus Neuguinea importiert wurden.

Über den derzeitigen Stand der Varietätenfrage berichtet Walters (59). Auf der Insel Oahu wurden folgende Varietäten in Feldversuchen geprüft:

31—1389 (P. O. J. 2878 × 26 C. 270) ist ziemlich resistent gegen Krankheiten, hat in mehreren Versuchen mehr Zucker ergeben als H. 109, eignet sich gut für mehrere Schnitte (Ratoons), aber zeigt leicht Austrocknung des Stengelmarks und verursacht Schwierigkeiten bei der Fabrikation, weshalb diese Varietät nur in speziellen Gebieten Bedeutung erlangen wird;

31—2482 (P. O. J. 2878 × Manoa 301) wächst schnell, bildet lange Stengel, ist resistent gegen Krankheiten und gibt gute Erträge, welche nur von 31—2058 übertroffen werden;

31—2058 (H. 9806 × P. O. J. 2878) ergibt die höchsten Erträge an Zucker, eignet sich gut für mehrere Schnitte, blüht wenig und ist ebenfalls resistent gegen Krankheiten. Diese Varietät besitzt nur den Nachteil, daß die Stengelspitzen bei starkem Wind leicht abbrechen;

27—2801 (25 C. 14 × Badila) ergibt keine hohen Erträge, eignet sich jedoch gut für mehrere Schnitte, zeigt ein regelmäßiges, aber kein schnelles Wachstum, ist resistent gegen Krankheiten und besitzt weiche, dicke Stengel. Diese Varietät wird verbreitet in den höheren Gebieten, wo die Augenfleckenkrankheit vielfach vorkommt.

Für die Insel Hawaii scheint nur 29—3859 in Frage zu kommen. Diese Varietät ist entstanden aus der Kreuzung Hawaiian Uba × H. 456. Die Varietäten 28—1234, 28—1864, 28—4291, 28—4461 und 31—1389 haben unter den dortigen Verhältnissen wenig geleistet.

Auf der Insel Kauai haben die Versuchsergebnisse von 28—2055 dazu geführt, daß der Anbau dieser Varietät vergrößert wird. Es handelt sich um den Bastard P. O. J. 2364 × 26 C. 270, welcher jetzt bis zu einer Höhe von etwa 120 m. ü. M. angebaut wird. 31—1389 wird, weil ihr Stengelmark bald austrocknet, nicht weiter verbreitet. Auf der Insel Maui, wo die Verhältnisse ideal sind für H. 109 und P. O. J. 2878, kommt von den neueren Varietäten nur 31—1389 (s. oben) in Betracht, wo sie vielleicht in den Gebieten mit viel Augenfleckenkrankheit mit den beiden bisherigen Standardvarietäten wetteifern kann.

## Mauritius

Nach de Sornay (50) nahm die Züchtung auf Mauritius im Jahre 1891 einen Anfang, während eine mehr systematische Züchtung seit 1930 stattfindet, in welchem Jahre die „Sugarcane Research Station" gegründet wurde, welche an zwei Orten Kreuzungen durchführt: in Pamplemousses (etwa 70 m ü. d. M.) und in Reduit (etwa 400 m ü. d. M.). Die Hauptziele des Züchtungsprogramms sind:

a) eine Varietät mit langer Vegetationsdauer (etwa 18 Monaten), welche die Varietät Tanna, die besonders in höheren Lagen angebaut wird, ersetzen kann;

b) eine Varietät mit kurzer Vegetationszeit (etwa 12 Monaten) für die Ebene;

c) eine Varietät, welche resistent ist gegen Phytalus Smithi Arr. für diejenigen Gebiete, welche jetzt von diesem Schädling heimgesucht werden.

Das Züchtungsprogramm umfaßt: 1. Kreuzungen zwischen nobeln Varietäten, 2. Artkreuzungen und 3. Gattungskreuzungen. Bisher versprechen die

Kreuzungen zwischen nobeln Varietäten (S. officinarum) und Formen der vierten, resp fünften Glagah-Nobilisation am meisten. Gattungsbastarde (Saccharum × Andropogon muricatus und Saccharum × Erianthus sara) haben bisher keine nennenswerte Resultate ergeben.

Nach ihren Nachkommen zu urteilen, haben sich folgende Varietäten als geeignete Eltern erwiesen:

männlich: M. 37/26, Uba Marot, M. 109/26, M. 27/16, P. O. J. 2878;
weiblich: P. O. J. 2878, R. P. 6, Ba. 11569.

In den letzten Jahren hat die vierte Glagah-Nobilisation mehrere gute Formen ergeben (3, 4), von denen M. 65/31, M. 127/31, M. 130/32, M. 134/32 und 140/31 weiter geprüft werden. Von der Versuchsstation wurden die vier folgenden Nummern, welche sich in Feldversuchen gut bewährt haben, zwecks Vermehrung ausgegeben: M. 171/30, M. 72/31, M. 73/31 und M. 134/32. M. 171/30 ist nach Bodkin (16) hervorgegangen aus der Kreuzung R. P. 6 × M. 27/16 und hat in den Feldversuchen der beiden Versuchsstellen (Pamplemousses und Reduit) bedeutend höhere Zuckererträge ergeben als die bisherigen Standardvarietäten B. H. 10 (12) und M. 27/16. Diese Varietät ist schnell verbreitet worden und wird sich allem Anschein nach in kurzer Zeit einen bedeutenden Platz in der Zuckerrohrkultur von Mauritius erobern. Sie ist zwar nicht immun gegen Gumming-Krankheit, doch genügend resistent, so daß sie von dieser Krankheit weniger zu befürchten hat als viele der andern Varietäten. M. 72/31 weist ein gutes Wachstum auf, während der Zuckergehalt ungefähr der gleiche ist wie von B. H. 10 (12). M. 73/31 hat eine weniger gute Wuchsform und ist auch empfindlicher für Bohrer und Redrot. M. 134/32 ist schnell vermehrt worden, weil diese Varietät ein gutes Wachstum zeigt und einen hohen Zuckergehalt besitzt.

### Queensland

Die Richtlinien für die Zuckerrohrzüchtung werden nach Barke (13) bestimmt von der Notwendigkeit Varietäten zu erhalten, welche resistent sind gegen die häufig vorkommenden Krankheiten. Das Auftreten dieser Krankheiten ist wieder von dem Klima abhängig, das in den drei Hauptzuckerrohrgebieten resp. feucht-tropisch, trocken-tropisch und subtropisch ist.

Den wichtigsten Faktor bei der Züchtung bildet daher die Resistenz gegen folgende Krankheiten: Gumming (Bacterium vascularum [Cobb.] Grieg-Smith), Leafscald (Bacterium albilineans Ashby), Fidschi und Mosaik. Weiter sind die Züchtungsstationen seit den letzten Jahren besonders bestrebt, Varietäten mit harter Rinde und starkem Wurzelsystem zu erhalten, welche mehr oder weniger resistent gegen Beetle-Bohrer (Rhabdocnemis obscura Bois) und Cane-Grub sind.

Für die Züchtung von Varietäten, welche gegen Fidschi-Krankheit resistent sind, werden P. O. J. 213 und Co. 290 benutzt, von denen erstere jedoch bisher wenig gute Resultate ergab. Als geeignete Eltern zur Züchtung von Varietäten, welche gegen die Gumming-Krankheit resistent sind, haben sich P. O. J. 2725 und P. O. J. 2878 erwiesen (7). Beide besitzen in ihrer Nachkommenschaft eine hohe Resistenz gegen diese Krankheit; bei den Nachkommen von P. O. J. 2722 und P. O. J. 2940 ist dies viel weniger der Fall. Die Kreuzung P. O. J. 2878 × Co. 290 hat während der letzten Jahre sehr gute Nachkommen ergeben, welche viel versprechen (15). Ähnliches trifft zu für die Kreuzungen S. J. 4 × 20 S. 16, Badila × (Zwart Cheribon × S. robustum) und Badila × S. C. 12/4 (15). Von den in Queensland gezüchteten Varietäten haben sich bis jetzt in Feldversuchen die Nummern

Q. 2, Q. 10, Q. 13 und Q. 20 am besten bewährt. Nach Bell (14, 15) besitzt Q. 2 einen geraden Wuchs, ist resistent gegen Beetle-Bohrer und Überschwemmungen; besitzt einen mäßigen bis guten Zuckergehalt und erreicht spät ihre Reife. Q. 10 gelangt früh zur Reife und weist einen hohen Zuckergehalt auf; weiter hat sich diese Varietät unter den klimatischen Verhältnissen von Nordqueensland als resistent gegen Gumming, Toprot und Leafscald erwiesen.

Q. 13 zeigt gegenüber Q. 10 eine frühere Reife und besitzt einen höheren Zuckergehalt; diese Varietät ist ebenfalls resistent gegen Gumming und Leafscald, jedoch empfindlich für Toprot. Q. 20 hat viel Ähnlichkeit mit der früheren Standardvarietät Q. 813, ist früh reif und besitzt einen hohen Zuckergehalt. Der Rohrertrag ist nicht hoch, aber diese Varietät ergibt mehrere gute Schnitte (Ratoons). Sie scheint resistent zu sein gegen Gumming und Downy Mildew (Sclerospora sacchari T. Miyake) und mäßig resistent gegen Toprot.

Von den neueren Varietäten scheinen Q. 23, Q. 25, Q. 27, Q. 28 und Q. 29 am meisten zu versprechen.

### Neusüdwales

In diesem Gebiet mit verhältnismäßig wenig Zuckerrohranbau wurde die Züchtung erst spät zur Hand genommen, und zwar in der Periode 1920 bis 1930, als die Rohrkultur infolge der Gumming-Krankheit stark zurückging. Mit der Züchtung beschäftigt sich die „Colonial Sugar Refining Co" und da das Zuckerrohr unter den Verhältnissen von Neusüdwales nur spärlich blüht, finden die Kreuzungen in der Züchtungsstation Macknade (Nordqueensland) statt. Weiter werden von dem Landwirtschaftsministerium von Neusüdwales auf dem Versuchsgut in Grafton regelmäßig Pflanzen gezüchtet aus Samen, welcher von im Ausland vorgenommenen Kreuzungen herstammt. Infolge der schweren Gumming-Krankheit wurden nach North (43) die alten empfindlichen Varietäten durch neuere aus Queensland und dem Ausland ersetzt, von denen sich Oramboo[1], Korpi[1], Q 813 und P. O. J. 2878 als resistent gegen diese Krankheit erwiesen haben. Diese Varietäten zeigen jedoch andere Krankheiten, von denen Mosaik, Fidschi und Leafscald die wichtigsten sind. Namentlich P. O. J. 2878, welche 1928 eingeführt wurde, und wegen ihrer hohen Ertragsfähigkeit am meisten angebaut wird, leidet schwer von der Fidschi-Krankheit.

Im allgemeinen steht das Zuckerrohr zwei Jahre auf dem Felde; nur auf den fruchtbaren, frostgefährdeten Moorböden wird es nach einem Jahr abgeerntet.

Zu Anfang wurden ausschließlich nobele Varietäten (S officinarum) miteinander gekreuzt, von denen die Kombinationen Oramboo × Q. 813 und Badila × Q. 813 gute Nachkommen ergeben haben, resp. vom ein- und zweijährigen Typus. Später wurden in Kreuzungen mit Kassoerabkömmlingen jedoch viel bessere Formen erhalten, von denen folgende drei am meisten versprechen:

30 S. N. 361 = P. O. J. 2878 × 28 M. Q. 674 (Badila × Q. 813)
30 S. N. 673 = P. O. J. 2364 × M. 1900 Seedling
3· S. N. 874 = P. O. J. 2364 × Badila.

[1]) Oramboo und Korpi wurden im Jahre 1914 unter den Nummern 14 N. G. 190 und 14 N. G. 124 von Carne aus Neuguinea mitgebracht.

Kreuzungen mit Abkömmlingen von andern wilden Zuckerrohrarten, wie z. B. P. O. J. 213, Co. 281, Co. 290 usw., haben keine nennenswerte Resultate ergeben. Co. 270 bildet eine Ausnahme, da in ihrer Nachkommenschaft einige dickstengelige Formen angetroffen worden sind.

## Schrifttum

1. Anonym, Agriculture and animal husbandry in India 1933/34 und 1934/35, 72—90 und 167, 1936. — 2. Id. id. 1936/37, 76—86 und 199—200, 1939. — 3. Anonym, Seventh Annual Report of the Sugar Cane Research Station, for the year 1936. Dep. Agric. Colony of Mauritius 1937, 1—45 zitiert nach Pl. Breed. Abstr. 8, 104, 1937. — 4. Anonym, Eighth Annual Report of the Sugar Cane Research Station, for the year 1937. Dep. Agric. Colony of Mauritius 1938, 6—32 zitiert nach Pl. Breed. Abstr. 9, 172, 1939. — 5. Anonym, Report on the work of the Department of Science and Agriculture for the year ending March 31st, 1938. Agric. Journ. Dep. Sci. and Agr., Barbados 7, 27—83, 1939. — 6. Anonym, Report of committee in charge of the Experiment Station Hawaiian Sugar Planters Association for the year ending September 30th, 1936, 1—143. Proc. 56th Annu. Mtg. Hawaii Sug. Pl. Ass. (1936), 1937 zitiert nach Pl. Breed. Abstr. 8, 379, 1938. — 7 Anonym, 37th Annu. Report of the Bureau of Sugar Experiment Stations, Brisbane, 1—49, 1937 zitiert nach Pl. Breed Abstr. 8, 106, 1938. — 8. Anonym, Review of the sugar industry of India for the year 1936—37. Indian Trade Journ., Suppl. July 21st, 1938 zitiert nach Intern. Sug. Journ. 40, 454—456, 1938. — 9. Anonym, Scientific Reports of the Imperial Agric. Res. Inst. New Delhi for the year ending 30th June 1937 zitiert nach Intern. Sug. Journ. 40, 170—172, 1938. — 10 Abbot, E. V., Red rot of sugar cane. Techn. Bull. U. S. Dep. Agric. No. 641, 1—96. 1938. — 10a. Abbot, E. V., Cytospora rot of sugarcane in Louisiana. Proc. 6th Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Louisiana (1938), 447—457, 1939. — 11. Allard, H. A., Complete or partial inhibition of flowering in certain plants when days are too short or too long. Journ Agric. Res. 57, 775—789, 1938. — 12. Arceneaux, G., Gibbons, jr. R. F., and Krumbhaar, C. C., Variety tests of sugarcanes in Louisiana during the crop year 1936—1937 and summary of annual results 1935—1937. U. S. Dep. of Agric Circ. 531, 1—26, 1939. — 13. Barke, E. J., Methods of seedling selection in Queensland. Proc. 5th Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Brisbane (1935), 343—344, 1936. — 14. Bell, A. F., Report of committee on seedling propagation. 38th Annual report of the Bureau of Sugar Experiment Stations, Brisbane, 36—40, 1938. — 15. Bell, A. F., Id. 39th Annual report of the Bureau of Sugar Experiment Stations, Brisbane, 40—44, 1939. — 16. Bodkin, G. E., Notes sur la va iété M 171/30. Rev. Agric. Maurice 95, 182—184, 1937, zitiert nach Pl. Breed. Abstr. 8, 325, 1938 und nach Intern. Sug. Journ. 40, 196, 1938. — 17. Bourne, B. A., Breeding and performance of some new subtropical canes. Facts about Sugar 34, No. 8, 21—27, 1939. — 18. Brandes, E. W., and Sartoris, G. B., Sugarcane: its origin and improvement. Yearbook of Agriculture. U. S. Dep. of Agric 1936, 561—623. — 19. Brandes, E. W., Sartoris, G. B., and Grassl, C. O., Assembling and evaluating wild forms of sugarcane and closely related plants. Proc. 6th Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Louisiana (1938), 128—153, 1939. — 20. Brandes, E. W., and Matz, J., Problems and progress in breeding temperate zone sugar cane. Sug. Journ. New Orleans (La) 2, No. 6, 3—6, 1939 — 21. Capinpin, J. M., Anther color and male fertility in sugarcane. Philipp. Agric. 26, 295—301, 1937. — 22. Denley, C. L., Yield trends in Louisiana as affected by varieties. Proc. 6th Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Louisiana (1938) 714—717, 1939. — 23. Dillewijn, C. van, Samenvatting der resultaten van de varieteitenproeven van oogstjaar 1929. Mededeelingen van het Proefstation voor de Java-Suikerindustrie 1930, 1—31. — 24. Dillewijn, C. van, Verslag van het Proefstation Cheribon over het jaar 1933, 3—9, 1934. — 25. Dillewijn, C. van, Wild and noble Saccharum in Minor Asia. Intern. Sug. Journ. 42, 165, 1940. — 26. Dutt, N. L., Krishnaswami, M. K., and Subba, Rao, K. S, On certain floral characters in sugarcane I. Proc. 6th Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Louisiana (1938), 154—170, 1939. — 27. Evans, H., L'isolement des inflorescences de la canne à sucre en vue d'effectuer des croisements. Rev. Agric. Maurice No. 97, 12—19, 1938 zitiert nach Intern. Sug. Journ. 40, 360, 1938. — 28. Janaki Ammal, E. K., Cyto-genetic analysis of Saccharum spontaneum L.. 1. Chromosome studies in some Indian forms. Indian Journ. Agric. Sci. 6, 1—8, 1936. — 29. Id., Chromosome numbers in sugarcane × bamboo hybrids. Nature, Lond. (Suppl.) 141, 925, 1938. — 29a Id. Chromosome behaviour in Saccharum spontaneum × Sorghum durra hybrids. Proc. 25th Indian Sci. Congr. Calcutta, Part 3, Sect. Bot., Abstr. 21, 143, 1938 zitiert nach Pl. Breed. Abstr. 9, 387, 1939. — 30. Id. A Saccharum-Zea cross. Nature, Lond. 142, 618—619, 1938. — 31. Id. Triplo-ploidy in Saccharum spontaneum L. Curr Sci. 8, 74—77, 1939. — 32. Janaki Ammal, E. K., and Singh, T. S. N., Cytogenetic

analysis of Saccharum spontaneum L. 2. A type from Burma. Indian Journ. Agric. Sci. 6, 9—10, 1936. — 33. Id. id., A preliminary note on a new Saccharum × Sorghum hybrid. Indian Journ. Agric. Sci. 6, 1105—1106, 1936. — 34. Jeswiet, J., The development of selection and breeding of the sugarcane in Java. Proc. 3rd Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn., Soerabaia (1929) 44—57, 1930. — 35. Koningsberger, V. J., Bibit van 2961 P. O. J. Archief voor de Java Suiker-Industrie 37, II, 771—772, 1929. — 35 a. Lennox, C. G., Sugarcane collection in New Guinea during 1937. Proc. 6th Congr. Intern. Soc. Sug. Techn. Louisiana (1938), 171—182, 1939. — 36. Mangelsdorf, A. J., Sugarcane varieties in Hawaii. Proc. 6th Congr. Intern. Sug. Cane Techn. Louisiana (1938), 726—731, 1939. — 37. Mangelsdorf, A. J., and Lennox, C. G., Genetics. Report of the committee in charge of the Experiment Station. Proc. 55th Annu. Mtg. Hawaii. Sug. Plant. Assoc. 38-45, 1935 zitiert nach Pl. Breed. Abstr. 7, 69—70, 1937. — 38. Id. id.. Genetics. Report of committee in charge of the Experiment Station, Sept. 30th 1937, 35—46. Proc 57th Annu. Mtg. Hawaii. Sug. Plant. Assoc. (1937) 1938 zitiert nach Pl. Breed. Abstr. 9, 322, 1939. — 39. Mathes, R, Ingram, J. W., and Haley, W. E., Preliminary report on studies of progenies of sugarcane crosses for susceptibility to sugarcane borer injury in Louisiana. Proc. 6th Congr Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Louisiana (1938), 581—589. 1939. — 40. McIntosh, A. E. J., Report on sugarcane breeding and seedling testing for the year 1937—1938. Agric. Journ. Dep. Sci. and Agric.. Barbados 7, 97—121, 1939. — 41. Moriya, A. (Cytogenetical studies on sugarcane × sorghum hybrids). Jap. Journ. Genet 14, 268—269, 1938 zitiert nach Pl. Breed. Abstr 9, 322, 1939. — 42. Nakamura, M., (Some examples of abnormalities occuring in hybrids Saccharum officinarum × Andropogon sorghum). J. Soc. Trop. Agr., Taiwan 9, 256—261, 1937 zitiert nach Pl. Breed. Abstr. 9, 444, 1939. - 43. North, D. S., Sugarcane improvement work in New South Wales. Proc. 6th Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Louisiana (1938). 79—87, 1939. — 44. Posthumus, O., On the present state of cane-breeding in Java. Proc. 3rd Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Soerabaia (1929), 420—428, 1930. — 45. Rands, R. D., and Dopp, E., Pythium rootrot of sugarcane. U. S. Dep. of Agric. Techn. Bull. 666, 1—96. 1938. — 46. Sartoris, G. B.. The behaviour of sugarcane in relation to length of day. Proc. 6th Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Louisiana (1938), 796—801, 1939. — 47. Singh, T. S. N., Chromosome numbers in the genus Saccharum and its hybrids. Indian Journ. of Agric. Sci. 4, 290—294, 1934. — 48. Id., Chromosome number in Sugarcane × Sorghum hybrids. Indian Journ. of Agric. Sci. 4, 1050, 1934. — 49. Sornay, A. de. Brief description of a crossing-lantern used by the Sugarcane Research Station, Mauritius. Proc. 6th Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Louisiana (1938), 170—171, 1939. — 50. Id., Seedling selection in Mauritius. Proc. 6th Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Louisiana (1938), 718—726, 1939. — 51. Srivastava, R. C., Review of the sugar industry of India for the crop year 1937—38. Indian Trade Journ., Suppl. 2 Nov. 1939, 9—11. — 52. Stevenson, G. C., Breeding and testing sugarcane seedlings for gumming disease resistance at the British West Indies Central Sugar Cane Breeding Station, Barbados. Proc. 6th Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Louisiana (1938). 75—78, 1939. — 53. Thomas, R., and Venkatraman, T. S., Sugarcane-Sorghum hybrids. Agric. Journ. of India, 25, 164, 1930 zitiert nach Brandes and Sartoris (18). — 54. Venkatraman, T. S., Scientific reports of the Imperial Institute of Agriculture Research, Pusa, 1933-34. Report of the Sugarcane Expert, 102, 1936 zitiert nach Sartoris (46). — 55. Id., Sugarcane-bamboo hybrids. Indian Journ. Agric. Sci. 7, 513—514, 1937. — 56. Id., Sugarcane × bamboo hybrids (Short note on history and present position). Privat-Veröffentlichung, 1—6, 1938 zitiert nach Intern. Sug. Journ. 41, 95, 1939. — 57. Id., Cane hybridization work in Coimbatore. Proc. 6th Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Louisiana (1938), 731—732, 1939. — 58. Venkatraman, T. S., and Thomas, R., Brief note on Sugarcane-Sorghum hybrids. Proc. 4th Congr. Intern. Soc. Sug. Cane Techn. Porto Rico (1932), Bull. 67, 1933. — 59. Walters, W., New varieties in field scale plantings. Reports Assoc. Hawaii. Sug. Techn. 16, 25—40, 1937 zitiert nach Intern. Sug. Journ. 40, 195 und 219—220. — 60. Williams, C. H. B., Result of recent experiments with sugarcane. The Agric. Journ. of Br. Guiana 10, 21—24, 1939. — 61. Williams, C. H. B., and Cameron, C., Field experiments with sugarcane VIII. Dep. of Agric. Br. Guiana, Sug. Bull. No. 8, 1—108, 1939.

# Ludwig Kießling †

## Leben und Wirken eines Pflanzenbauers und Pflanzenzüchters im Dienste der deutschen Landwirtschaft

Von

**Arnold Scheibe,** München

Im Alter von fast 67 Jahren starb am 3. Februar 1942 der Professor für Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der Technischen Hochschule München, Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. Ludwig Kießling. Damit hat ein Leben seinen Abschluß gefunden, das von früher Jugend an bis in die letzen Tage hinein mit heißem Herzen dem deutschen Bauern gehörte, diesem durch stetige Mehrung der wissenschaftlichen Erkenntnis auf dem Gesamtgebiet des Acker- und Pflanzenbaus diente und ihm die Ergebnisse seiner tiefen Einblicknahme in die Dinge durch Ratschlag im einzelnen und Planung im ganzen ständig nahezubringen bemüht war.



Kießling war ein echtes Kind seiner bayerischen Heimat. Der Landwirtschaft der Bayerischen Ostmark entstammend, war er am 31. März 1875 zu Schwarzenbach an der Saale im Oberfränkischen geboren. Nach Absolvierung des humanistischen Gymnasiums in Regensburg — und Kießling war stolz darauf, seine Allgemeinbildung an einer humanistischen Bildungsstätte genossen zu haben — und nach einer mehrjährigen Ausbildungszeit in bäuerlichen und größeren Betrieben studierte er in Weihenstephan und München Landwirtschaft. Anschließend war er als Assistent bei Carl Kraus am Münchener Institut für Acker- und Pflanzenbau tätig und zugleich bei dessen damaligen grundlegenden Arbeiten über Bau und Funktion des Getreidehalmes mitbeschäftigt. 1905 promovierte er an der Technischen Hochschule in München mit einer Arbeit über Fragen der Getreidetrocknung.

Mit der durch Kraus im Jahre 1902 erfolgten Gründung der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt siedelte Kießling nach Weihenstephan über, um dort die örtliche Leitung der Anstalt unter seinem Chef Kraus zu übernehmen. Mit diesem Zeitpunkt setzte jener Abschnitt in Kießlings Leben ein, der ihn weit über seinen bayerischen Wirkungskreis hinaus in Deutsch-

land und in der Welt als Pflanzenbauer und Pflanzenzüchter, aber nicht zuletzt auch als pflanzenbaulichen und pflanzenzüchterischen Organisator bekannt gemacht hat. In jene Zeit fallen seine fachwissenschaftlich bemerkenswertesten Arbeitsergebnisse: Seine Untersuchungen über die Keimreife des Getreides, Studien, die auch heute noch als grundlegend anerkannt werden müssen; ferner seine Selektions- und Bastardierungsversuche mit weißbunten Pferdebohnen, seine Untersuchungen über die Vererbung von Stickstoffgehalt und Korngröße bei den Nutansgersten, seine Studien über die spezifische Empfindlichkeit der Gerste gegenüber der Streifenkrankheit, seine erbanalytischen Untersuchungen über die Spelzenfarbe des Weizens und viele andere, in den Fachzeitschriften der damaligen Zeit veröffentlichten Einzelarbeiten. Der gleiche Zeitabschnitt war es auch, in dem sich Kießling intensiv mit der Technik und mit Methodenfragen der Pflanzenzüchtung beschäftigte. So entstanden in jener Zeit seine Apparate zur Messung von Länge und Stärke der Getreidehalme, seine Pflanzenwagen, die Systeme seiner Legebretter und Dibbelharfen usw., apparative Eigenkonstruktionen, die zum Teil auch heute noch in freilich häufig abgeänderter und noch verbesserter Form zum Rüstzeug der Saatzuchtbetriebe gehören. Was Kießling in diesen Jahren an Arbeitsfülle meistern konnte, darüber wußten seine damaligen Mitarbeiter am besten zu berichten; und er selbst bekannte in späteren Jahren stolz von jener Zeit, daß er an den Tagen in den Zuchtgärten oder in den Versuchsfeldern der von ihm betreuten Betriebe geschafft, des nachts aber auf der Bahn die weiten An- und Abfahrtstrecken zurückgelegt habe. Saß er halbe Nächte hindurch über seiner Facharbeit zu Hause am Schreibtisch, so mußte ihm nach einem schon von Friedrich Schiller erprobtem Verfahren eine Schüssel kalten Wassers, in die die nackten Füße gestellt waren, das Aufkommen des Schlafbedürfnisses verscheuchen. Wahrhaftig eine Maßnahme, die nur ein vom Übermaß zu leistender Arbeit Besessener seinem Körper zumuten konnte!

Kießlings pflanzenzüchterische Tätigkeit erschöpfte sich aber sehr bald nicht nur in der wissenschaftlichen Klein- und Feinarbeit im Rahmen der von ihm geleiteten Saatzuchtanstalt. Nachdem ihm seit 1910 die alleinige Leitung dieser Anstalt übertragen und er gleichzeitig zum Professor an der Akademie für Landwirtschaft und Brauerei in Weihenstephan ernannt worden war, drängte es ihn über sein engeres Tätigkeitsfeld hinaus. Mit Hilfe einer Reihe treuer Mitarbeiter schuf er damals, in Ermangelung einer zunächst fehlenden landwirtschaftlichen Privatiniative, durch die Gründung der Pflanzenzuchtinspektorate für Bayern jene Saatzucht- und Samenbauorganisationen, die das Land Bayern lange Zeit mit Recht zum Vorbild einer festgeschlossenen Landespflanzenzüchtung machte. So wurde Kießling als Leiter der pflanzenzüchterischen Zentralstelle zugleich zum Vater der gesamten bayerischen Landespflanzenzüchtung. Er hat, um hier nur wenige Einzelbeispiele aufzuführen, bei den Zucht- und Saatbaubestrebungen im Fichtelgebirge und im Waldlergebiet bei Hafer und Roggen ebenso Pate gestanden, wie bei der Gerstenzüchtung und beim Einheitsgerstenbau im Bamberger und Kulmbach-Bayreuther-Land; und die große Entwicklung der Pflanzenzüchtung in Ober- und Niederbayern ist nicht zuletzt ebenso mit sein Verdienst gewesen wie der Zusammenschluß aller Luzernebauer im Mainfrankengebiet.

War nun zwar Pflanzenzüchung und Saatgutbau Kießling von jeher besonders stark am Herzen gelegen, so drängte es ihn doch auch bald über dieses Arbeitsfeld noch hinaus zum sehr viel breiteren Wirkungskreis. In der Erkenntnis, daß erst eine fortgeschrittene Ackerbauwirtschaft und hier vor allem eine vernünftige Ackerbautechnik den erfolgreichen Einsatz von

hochgezüchteten Sorten ermöglichen, schuf Kießling für das Land Bayern seine „Ackerbauorganisation“, die, bis zum Ortsverein gegliedert, weit in den gesamtbayerischen Raum hineinreichte. Er wurde damit zum allgemeinen Fachorganisator seines ganzen Berufszweiges, vor allem für seine engere bayerische Heimat. Auch hier warf er seine ganze Person und alle seine Kräfte in die Wagschale, wirkte als Redner in unzähligen Versammlungen, als Berater und Anreger auf vielen Höfen und Betrieben. So wurde der Name Kießling auch im letzten Dorf des Bayernlandes bekannt, sein Können und Wollen galt der berufsständischen Gesamtheit. Gerade die Ackerbauorganisation Kießlings ist es gewesen, die in Bayern wertvollste Vorarbeit auf dem Gesamtgebiet des Acker- und Pflanzenbaus für den Reichsnährstand leistete; und erst im vergangenen Jahre erfolgte im vollen Einverständnis ihres Gründers die Überführung dieser Organisation in den Rahmen der reichsnährständischen Hofberatung.

Es war selbstverständlich, daß der Name Kießling auch bald aus dem engeren bayerischen Wirkungskreis hinausstrahlte in den Rahmen gleichgerichteter Bestrebungen des übrigen Reiches. Ob in der ehemaligen Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, im Deutschen Landwirtschaftsrat oder in der Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht, überall war sein Rat gesucht und seine von großer Sachkenntnis getragene Mitarbeit geschätzt. So wurde Kießling schon im Jahre 1909 Mitglied des Sonderausschusses für Saatenanerkennung bei der DLG. und nahm einen Platz in deren Saatzuchtausschuß ein. Der Hochzuchtkommission für landwirtschaftliche Saaten hat er viele Jahre angehört. Für die Bestrebungen der Sortenregisterkommission des Reiches, ursprünglich aus der Notlage geboren und allein von den Vertretern der deutschen Pflanzenbauinstitute und der anerkennenden Körperschaften unter Geh. Rat Appels Führung ins Leben gerufen, war Kießling ein eifriger Förderer und tätiger Planer. In seiner und seiner Mitarbeiter Hand lag damals die Sortenbereinigung der deutschen Gersten, einer Kulturpflanzenart, der er sein Leben lang eine besondere Fürsorge angedeihen ließ. Nicht zuletzt aus jener Zeit stammt als schönes sichtbares Zeugnis fleißigen Schaffens der in Gemeinschaft mit seinem Schüler Aufhammer herausgebrachte, vorbildlich illustrierte „Braugerstenatlas“.

Nach dem Tode von Kraus folgte Kießling diesem 1920 auf den Lehrstuhl für Acker- und Pflanzenbau an der Technischen Hochschule München. Obschon er auch damals noch für längere Zeit die Oberleitung der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt in Händen behielt, so betrachtete er es doch von diesem Zeitpunkt an als eine Notwendigkeit, das Schwergewicht seiner Arbeitskraft auf das Tätigkeitsfeld als akademischer Lehrer zu verlegen. Daneben entsprach es seiner längst gehegten Neigung und in ihm immer mehr aufkommenden Zielsetzung, sich nunmehr in erster Linie den Fragen des allgemeinen Ackerbaus und insbesondere der Ackerbautechnik zu widmen. Seine großen Vorgänger im Amt, Wollny und Kraus, waren ihm darin Vorbild. Mit dem ihm eigenen Fleiß und der bei ihm vorbildlichen Gewissenhaftigkeit arbeitete sich Kießling — gewissermaßen noch nachträglich — in all die vielfachen Probleme der modernen Bodenphysik und Kolloidchemie ein. Wenn er auch auf diesen – infolge der Spezialisierung der ehemaligen Grunddisziplin „Allgemeiner Ackerbau“ — weitverzweigten Sondergebieten nicht selbst mehr forschend und experimentell tätig war, so wirkte sich sein Bemühen doch in fruchtbarster Weise durch vielfache Anregung bei seinen Schülern und ganz besonders im Rahmen seiner akademischen Vorlesungen aus. Kießling war sicherlich kein hinreißender Redner auf dem Podium des Vorlesungssaales, aber wer je von seinen Schülern Gelegenheit hatte,

seinen von strenger Sachlichkeit und ständig kritischer Einstellung getragenen Ausführungen gerade auf dem Gebiet der Ackerbaulehre zu folgen, der mußte erkennen, daß es dem Vortragenden nie auf den Effekt, sondern immer auf eine einfache Klar- und Darstellung auch der verwickeltsten Probleme ankam. Aus pädagogischen Gründen änderte Kießling darum auch fast ständig Disposition und Darstellungsweise seiner Hauptvorlesungen, stets an sich selbst arbeitend und an der darzulegenden Materie lernend. Wenn daher von außerhalb Stehenden bisweilen gern von Kießlings oder der „Münchner Schule" gesprochen wurde, so ist damit zweifellos am besten die grundsätzliche Linie gekennzeichnet, die Kießling besonders als akademischer Lehrer verfolgte. Die große Zahl seiner Schüler, die naturgemäß in erster Linie dem süddeutschen Raum, aber auch darüber hinaus ganz Deutschland entstammte, hat ihrem alten Lehrer hier (vielen vielleicht unbewußt) unendlich Wertvolles zu verdanken. Denn neben der Vermittlung der notwendigen Sachkenntnisse war für Kießling die Erziehung zu Kritik und vielseitiger Würdigung der Blickpunkte oberstes pädagogisches Grundprinzip.

Und so allein ist auch nur Kießlings Persönlichkeit zu verstehen. Von Grund aus gütig gegen alle, die er guten Willens wußte, war er lauter im Wollen, peinlich in allen Dingen des Taktes, des Sinnens und Trachtens, gewissenhaft bis zum Äußersten, trotz seiner Stellung und Ämter ein Vorbild an Einfachheit und Bescheidenheit, hart gegen sich selbst, aber auch hart im Kampf für die Sache, für seine Ziele und Ideale. Von hoher ethischer Warte aus setzte er sich für sie ein und vermochte hier ohne Schonung seines sicherlich von Haus aus wenig robusten Körpers mit aller Energie den Kampf zu führen. Es ist bekannt, daß seine Gegner es nicht immer leicht gehabt haben. Denn mit Kießling im Widerstreit zu liegen, bedeutete einen harten Strauß ausfechten. Aber welchem, an verantwortlicher Stelle stehenden Manne bleiben Kämpfe, auch solche nach außerhalb, erspart! Bei Kießling ging es stets um die Sache, niemals um die Person. Sein Einsatz war stets beflügelt von einem hohen Verantwortungsbewußtsein, das auch dem anders Meinenden Achtung abzwang, war immer getragen von einem Weitblick, der ihm in vielen grundsätzlichen Dingen später noch Recht verlieh. Er bewahrte sich eine Freiheit des Urteils und der Überzeugung, die zu Einsichten führen mußte, welche sicherlich manche mit ihm nicht teilen, um deren Vorhandensein aber viele ihn beneiden mochten.

So reich sein Leben an Arbeit war, so reich war es auch an Erfolgen. Die schönsten waren ihm immer die, die seiner Sache gehörten. Persönliche Ehrungen nahm er hin als notwendige Begleiterscheinungen; er trug sie mit Bescheidenheit und mit Würde. An äußeren Auszeichnungen hat es ihm nicht gemangelt. Neben vielen Orden und Medaillen (darunter die silberne Max-Eyth-Medaille der DLG., „Dem Mitarbeiter"), neben zahlreichen Ehrenmitgliedschaften und Ehrenpräsidentschaften wurde ihm 1925 der Titel eines Geheimen Regierungsrates, 1940 anläßlich seines 65. Geburtstages vom Führer in Anerkennung seiner Verdienste um die wissenschaftliche und praktische Landwirtschaftsförderung die Goethemedaille für Kunst und Wissenschaft verliehen. Gerade in der letztgenannten Auszeichnung erblickte er in seiner großen Bescheidenheit weniger eine persönliche Ehrung als vielmehr eine öffentliche Anerkennung seiner gesamten wissenschaftlichen Disziplin für geleistete Arbeit im Dienste des Allgemeinwohles.

Kießlings Leben vollzog sich in den letzten Jahren in stiller Zurückgezogenheit. Er blieb dem öffentlichen wie dem Berufsleben zwar mehr und

mehr fern, verfolgte es aber trotzdem in seinen Äußerungen und Auswirkungen mit bleibender Anteilnahme und mit stets unbestechlichem Blick, auch jetzt noch überall mit seinem Rat eingreifend dort, wo solcher gewünscht war oder ihm solcher erforderlich erschien. Sein Scheiden von dieser Welt war sein letzter Kampf, ein Kampf mit seinen allmählich verlöschenden Körperkräften. Auch diesen hat er in aller Stille und entsprechend seinem Wunsche unbemerkt von der Mit- und Umwelt vollzogen. Ludwig Kießling ist damit auch im Sterben seiner Wesensart treu, im wahrsten Sinne getreu bis in den Tod geblieben.

## Verzeichnis der Veröffentlichungen

### A. Tätigkeit als Herausgeber

Herausgeber der Monographiensammlung „Landwirtschaftliche Hefte". Berlin, Verlag Paul Parey.

Mitbegründer und Mitherausgeber der „Zeitschrift für Pflanzenzüchtung". Berlin, Verlag Paul Parey.

Mitherausgeber der Zeitschrift „Pflanzenbau". Monatsschrift für den gesamten Acker- und Pflanzenbau und das pflanzenbauliche Versuchswesen. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft.

Gründer und zeitweiliger Schriftleiter der „Bayerischen Ackerbauzeitung".

### B. Wissenschaftliche und sonstige Veröffentlichungen

Berichte der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan. 1903—1921. Landw. Jahrb. f. Bayern.

Technische Hilfsmittel zur Getreidezüchtung. Apparate zur Messung von Länge und Stärke der Halme. „Deutsche Landw. Presse" **29**, 407, 1902. — Halmmaßstab, zwei Formen von Pflanzenwagen, Körnerkästen. „Deutsche Landw. Presse" **34**, 196, 1907.

Untersuchungen über die Trocknung der Getreide mit besonderer Berücksichtigung der Gerste. „Vierteljahresschrift des Bayer. Landw.-Rates" **11**, 13, 1906.

Versuche über verschiedene Kornzählmethoden. „Zeitschrift für das gesamte Brauwesen" Nr. 2 u. 3, 1906.

Versuche über Gerstentrocknung. Ebendort Nr. 19 u. 20, 1906.

Versuche über die Keimreife der Gerste. Ebendort Nr. 52, 1906.

Dreijährige Anbauversuche mit Wicken und Peluschken. „Fühlings landw. Zeitschrift" **55**, 82, 1906.

Die Organisation einer Landessaatgutzüchtung in Bayern. Ebendort **55**, 329, 1906.

Über die Keimreife der Gerste. „Fühlings landw. Zeitung" **57**, 177, 1908.

Einige Beobachtungen über Weizenvariationen. Ebendort **57**, 737, 1908.

Sechsjährige Gerstenanbauversuche. „Zeitschrift f. das gesamte Brauwesen" **31**, 1908.

Untersuchungen über die Keimreifung der Getreide. „Landw. Jahrb. f. Bayern" **1**, 449, 1911.

Die Entstehung von Dickkopfweizen (Squareheads und ähnliche Formen) aus lockerährigen Landweizen. Mit 8 Abbildungen. „Illustrierte Landw. Zeitung" **31**, 493, 1911.

Kurze Einleitung in die Technik der Getreidezüchtung. „Landwirtschaftliche Hefte" Heft Nr. 2, 1912, II. Auflage, Heft Nr. 2/2a, 1920. Berlin, Verlag Paul Parey.

Über die züchterische Bearbeitung der Landsorten in Bayern. „Beiträge zur Pflanzenzucht" **2**, 74, 1912.

Die Förderung des Qualitätsgerstenbaues in Bayern. „Zeitschrift f. das gesamte Brauwesen" Nr. 44 u. 45, 1912.

Aus der Praxis des Zuchtgartenbetriebes. „Zeitschrift f. Pflanzenzüchtung" **1**, 25, 1912.

Über eine Mutation in einer reinen Linie von Hord. dist. nutans L. I. Mitteilung. „Zeitschrift f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre" **8**, 48, 1912. — II. Mitteilung. Ebendort **19**, 149, 1918.

Ackerbauvereine und einschlägige Organisationsmaßnahmen zur Förderung des Acker- und Saatfruchtbaues. „Landwirtschaftliche Hefte" Heft 19/20. Berlin, Verlag Paul Parey, 1913.

Die Aufgaben der K. Saatzuchtanstalt in Weihenstephan. „Landw. Jahrb. f. Bayern“ **3**, 742, 1913.

Über die Förderung des Ackerbaues durch Bereitstellung von Mitteln aus öffentlichen Fonds. „Landw. Jahrb. f. Bayern“ **3**, 750, 1913.

Brauchen wir ein Gesetz über den Handel mit Sämereien? „Deutsche Landw. Presse“ **41**, 41, 1914.

Erbanalytische Untersuchungen über die Spelzenfarbe des Weizens. „Landw. Jahrb. f. Bayern“ **4**, 102, 1914.

Die Verhütung von Ernteschäden bei Getreide. Ebendort **4**, 707, 1914.

Selektions- und Bastardierungsversuche mit weißbunten Pferdebohnen. „Zeitschrift f. Pflanzenzüchtung“ **2**, 313, 1914.

Erfolge und Aufgaben der Pflanzenzüchtung mit besonderer Berücksichtigung der bayerischen Verhältnisse. Verhandlungen der Wanderversammlung bayer. Landwirte in Erlangen 1914, 1.

Untersuchungen über die Vererbung von Stickstoffgehalt und Korngröße bei zweizeiliger nickender Gerste. „Zeitschrift f. Pflanzenzüchtung“ **3**, 81, 1915.

Über Gerstenzüchtung mit Rücksicht auf Eiweißgehalt und Korngröße. „Fühlings landw. Zeitung“ **64**, 569, 1915.

Die Vererbung von Stickstoffgehalt und Korngröße der Gerste. „Wochenschrift für Brauerei“ Nr. 7/8, 1916.

Über die Streifenkrankheit der Gerste als Sorten- und Linienkrankheit und einiges über ihre Bekämpfung. „Fühlings landw. Zeitung“ **65**, 537, 1916.

Über die spezifische Empfindlichkeit der Gerste gegenüber der Streifenkrankheit. „Zeitschrift f. Pflanzenzüchtung“ **5**, 31, 1917.

Einige ackerbauliche Zeitfragen. „Landw. Jahrb. f. Bayern“ **7**, 244, 1917.

Inwiefern hat die deutsche Pflanzenzüchtung zum wirtschaftlichen Durchhalten beigetragen? „Landw. Jahrb. f. Bayern“ **7**, 24, 1917.

Versuche mit Kartoffeln verschiedener Sorten und Knollengrößen, sowie mit geschnittenen Knollen. „Landw. Jahrb. f. Bayern“ **7**, 739, 1917.

Über einige besondere Fälle von chlorophylldefekten Gersten. „Zeitschrift f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre“ **19**, 145, 1918.

Über schädliche Nebenwirkungen der Formalinbeizung des Saatgutes auf die Keimung. „Journal f. Landwirtschaft“ **66**, 7, 1918.

Wissenschaftliche Bearbeitung der Abschnitte Hülsenfrüchte und Futterpflanzen im Sammelwerk: „Arbeitsziele der deutschen Landwirtschaft nach dem Kriege“. Berlin 1918. Herausgegeben von Unterstaatssekretär v. Braun und Professor Dr. Dade.

Der Winterölfruchtbau in den höheren Lagen von Mittel- und Süddeutschland. „Illustr. landw. Zeitung“ **39**, 255, 1919.

Der Anbau des Getreides mit neuen Hilfsmitteln und nach neuen Methoden. Neubearbeitung der II. Auflage „Landw. Hefte“ Nr. 22/22a. Berlin. Verlag Paul Parey, 1919.

Die Stellung der Landwirtschaftslehre zu den technischen und den übrigen Wissenschaften. Akademische Festrede München 1922.

Wissenschaftliche und praktische Pflanzenbauförderung. „Illustr. landw. Zeitung“ **42**, 203, 1922.

Die Entwicklung der Landeskultur in Bayern 1905—1922. „Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft“ **37**, 109, 1922.

Einige Gegenwartsfragen in Pflanzenzüchtung und Saatbau. „Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft“ **37**, 454, 1922.

Zur Problemstellung, Begriffsbestimmung und Methodik der Pflanzenzüchtung. Beiträge zur Pflanzenzucht. „Bericht der Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht“ **7**, 11, 1924.

Landwirtschaftsförderung in Massenwirkung. Jubiläumsnummer der „Deutschen Landw. Presse“ **52**, 571, 1925.

Zum 70. Geburtstag von Professor Dr. Theodor Henkel. „Landw. Jahrb. f. Bayern“ Sonderheft, 1925.

Bericht der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt 1922—1926. „Landw. Jahrb. f. Bayern“ **17**, 551, 1927.

Einiges über neuzeitliche Auffassungen im Ackerbau. „Landw. Jahrb. f. Bayern“ **18**, 486, 1928.

K. v. Rümker und die deutsche Pflanzenzüchtung. v.-Rümker-Festschrift d. Forschungen a. d. Gebiet d. Pflanzenbaues u. d. Pflanzenzüchtung. Berlin, Verlag Paul Parey, 1929.

Nährstoffwirkungen und Rassencharakter der Kulturpflanzen. „Die Ernährung der Pflanze“ **25**, 248, 1929.

Zur Braugerstenkunde. „Wochenbl. d. Landw. Vereins in Bayern“ **121**, 713, 1931.

Atlas zur Braugerstenkunde. „Verein z. Förderung d. deutschen Braugerstenbaues.‘ Berlin 1931.

Gemeinschaftsarbeit in der deutschen Pflanzenzüchtung. „Der Forschungsdienst“ Sonderheft **3**, 41, 1936.

Dr.-Ing. h. c. Jakob Ackermann †, Irlbach. „Der Züchter“ **10**, 102, 1938.

# Referate

**Aust, S.,** Erhöhte Saatgutgewinnung bei Roggen durch vegetative Vermehrung. Züchter **13**, 84—87 (1941).

Zum Zwecke besonders schneller Vermehrung besonders wertvollen Zuchtmaterials wurden die Ausgangspflanzen im Laufe des Winters dreimal vegetativ vermehrt. Von 21 Stämmen mit 403 Pflanzen wurden jedoch nur die besten, d. h. die mit der stärksten vegetativen Vermehrung, insgesamt 8 Stämme mit 31 Ausgangspflanzen, weiter beobachtet. Im Höchstfall wurde eine Vermehrung eines ausgesäten Korns auf 4200 Korn erreicht. Schröck

**Brücher, H.,** Vitalitätssteigerung bei Mutanten in künstlichem Klima. Naturwissenschaften **29**, 422—423 (1941).

Die Ansicht, daß die Ausgangsform über künstlich aus ihr erzeugte Mutanten in ihrer Lebensfähigkeit überlegen ist, ist sehr relativ und gilt nur für das gerade herrschende Klima. Daß unter anderen Klimaverhältnissen, im vorliegenden Falle wurden sie in einer Klimakammer künstlich erzeugt, ganz andere Ergebnisse zutage treten können, hat der Verfasser an einigen, als sehr wenig vital bekannten Antirrhinum-Sippen nachgewiesen. Bei konstanter Dauertemperatur, extremer Bodenfeuchtigkeit und einer Luftfeuchtigkeit von 90—95% waren sie in ihrem Wachstum der Ausgangssippe 50 bei weitem überlegen, hatten also unter diesen Bedingungen einen höheren Selektionswert. Hackbarth

**Christiansen-Weniger, F.,** Sammlung und Erhaltung von wertvollen Genen der Primitiv- und der Wildformen. Forschungsdienst **11**, 645—648 (1941).

Das Zusammentragen des für die Züchtung so wertvollen Genmaterials der Wild- und Primitivformen kann durch Sammelreisen, durch Beschaffung von Samenproben aus den verschiedenen Gebieten eines Landes durch die Verwaltungsbehörden und endlich durch sorgfältige Probeentnahme in einem engbegrenzten Raum erfolgen. Die letzte Methode gewährleistet die größte Sicherheit, den gesamten Genbestand eines bestimmten Gebietes möglichst zu erfassen, ist aber infolge der Begrenztheit des während einer Vegetationsperiode erfaßbaren Gebieten umständlicher.

Bei dem in Deutschland erfolgenden Nachbau der Samenproben fällt ein großer Teil von ihnen aus, da sie unter den bei uns herrschenden Wachstumsbedingungen nicht zur Reife kommen, oder gar nicht blühen oder vorzeitig eingehen. Vf. schlägt daher vor, in den geeigneten Genzentren Stationen zu errichten, deren Aufgabe es ist, in ihrem Bezirk die Wild- und Primitivformen zu sammeln und das gesammelte Material unter den dortigen Wachstumsbedingungen auf die besonderen Anlagen hin zu prüfen, wodurch in den Gebieten, in denen in nächster Zeit eine Verdrängung der wertvollen Primitiv- und Wildformen durch Zuchtsorten zu erwarten ist, dieses Material sicher erhalten werden könnte.

Schröck

**Diels, Ludwig,** Pflanzengeographie. 3., umgearb. Aufl. (Sammlung Göschen, Bd. 389.) Berlin u. Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1929. **159** S. Geb. RM 1,62.

Im neuen Programm für Biologie der Sammlung Göschen hat die Dielssche Pflanzengeographie von früher her ohne weiteres Aufnahme finden können, denn sie stellt in ihrer gedrungenen und originellen Konzeption immer wieder den derzeit neuesten Standpunkt dar. Sowohl die floristische als auch die ökologische und genetische Pflanzengeographie werden in getrennten Abschnitten behandelt, denen eine Übersicht der Florenreiche folgt. Die Darstellung konnte sich bei dem außerordentlich reichen Inhalt natürlich nur einer äußerst straffen Sprache bedienen, die den Benutzer zwingen wird, sich beim Lesen stark zu konzentrieren. Es kann aber auch nicht als eine Aufgabe der Sammlung Göschen betrachtet werden, das wissenschaftliche Material in breiter, behäbiger Darstellung zu bieten. Bezüglich des behandelten Stoffes vorliegenden Bändchens ist hervorzuheben, daß Vf. dem Leser durch Klammerbeifügung auch die wissenschaftlichen Fachausdrücke zugänglich macht. Das Studium dieser Einführung wird daher die Benutzung der angeführten Fachliteratur erleichtern bzw. ermöglichen. Zum Abschnitt über ökologische Pflanzengeographie erlaubt sich der Ref. für eine zukünftige Auflage den Wunsch zu äußern, daß für den Praktiker (etwa auf Seite 31) noch ein Hinweis auf die mikroklimatologische Literatur der neueren Zeit (Geiger usw.) aufgenommen wird. Ullrich

**Giesecke.** Probleme der Grundlagenforschung in ihren Beziehungen zum Weinbau. (Erweiterter Vortrag, gehalten auf der Weinbautagung des Forschungsdienstes, Freiburg, 1940.) Forschungsdienst **11**, 619—630 (1941).

Im Augenblick der Schaffung einer Arbeitsgemeinschaft im Forschungsdienst „Weinbau und Kellerwirtschaft" war es zweifellos ein glücklicher Gedanke, „die Aufgaben und die Problemstellung der Grundlagenforschung der Landwirtschaftswissenschaften im allgemeinen und der Weinbauforschung im besonderen kurz zu skizzieren". Verspricht sich doch der Obmann dieser neuen R.A.G. sicherlich mit Recht aus einer engen Zusammenarbeit mit der Grundlagenforschung einen wesentlichen Impuls für das gesamte Arbeitsgebiet der Weinbauforschung! Nach der Feststellung, daß die Weinrebe zwar mehr vom Klima aber weniger vom Boden als andere landwirtschaftliche Kulturpflanzen abhängig ist, geht Vf. zunächst auf die überragende Bedeutung der Qualität bei der Bewertung der Produkte des Weinbaues ein. Nirgends auf dem Gesamtgebiet der pflanzlichen Erzeugung wird bisher gerade diesem Faktor ein ähnlich hoher Wert beigemessen. Wie wenige wissen aber auch, daß der Spruch von der „Sonne im Wein" insofern seine tiefere Bedeutung hat, als die Sonne in den Produkten der Pflanzen nicht nur Nähr-, sondern ebenfalls Heilwerte hervorbringt! Vf. bespricht sodann den Vorgang der Bodenerosion, der bei den hängigen Lagen der meisten Rebenpflanzungen eine sehr nachteilige Einwirkung für den Weinbau darstellt, und empfiehlt als Gegenmittel Humusanreicherung, Gründüngung und Anreicherung der Böden mit bestimmten ihre Bindigkeit fördernden Kleinlebewesen. Ein weiteres, außerordentlich wichtiges Feld für die Forschung ist in dem Auftreten der Chlorose gegeben, die die verschiedensten Ursachen haben kann. Gerade bei diesem Problem erscheinen dem Vf. großzügige wissenschaftliche Gemeinschaftsversuche in engster Zusammenarbeit mit der weinbaulichen Praxis am Platze. Einen außerordentlichen Fortschritt bedeutet die Entwicklung der Feststellung der Düngebedürftigkeit unserer deutschen Böden für Kalk, Phosphorsäure und Kali: heute können jährlich 4 bis 6 Millionen Bodenproben in Deutschland diesbezüglich untersucht werden. Es gilt nun, diese Untersuchungsmethoden sinngemäß auch in den deutschen Weinbau einzuführen. Auch die Anlage wirklich exakter Dauerdüngungsversuche in allen deutschen Weinbaugebieten, deren Durchführung nirgends so schwierig ist wie hier, ist unbedingt notwendig. Eine dauernde Kontrolle der deutschen Weinbergsböden auf ihren Nährstoffgehalt muß das Ziel sein. Ferner ist der Humusversorgung des Reblandes größte Beachtung zu schenken. Vf. hebt als bedeutungsvoll hervor, daß heute der Gehalt unserer Böden an Nähr- und Dauerhumus analytisch erfaßt werden kann. Bereits in die Weinbaupraxis umsetzbar sind ferner die Erkenntnisse der Wissenschaft hinsichtlich der großen Bedeutung des „Stapelmistes", was die Winzer bei der meist vorhandenen Stallmistknappheit

ihrer Betriebe sehr begrüßen werden. Vf. betont, daß, weil der ausschlaggebendste Wachstumsfaktor, das Großklima, von Menschenhand nicht beeinflußbar ist, unbedingt „alle praktischen Erkenntnisse und wissenschaftlichen Ergebnisse eingesetzt werden" müssen, „um die übrigen Faktoren ins Optimum zu bringen". — Die Ausführungen des Vf. sind von der hohen Auffassung des wissenschaftlichen Forschens als „Dienst im Sinne der Pflichterfüllung" und als „Dienen für die Volksgemeinschaft" getragen. Scherz

**Greenleaf, Walter, H.,** Sterile and fertile amphidiploids: Their possible relation to the origin of Nicotiana tabacum. (Sterile und fertile Amphidiploide: Ihre mögliche Beziehung zur Entstehung von Nicotiana tabacum.) Genetics **26**, 301—324 (1941).

Mit Hilfe der Kallusmethode wurden vier Amphidiploide in der Gattung Nicotiana hergestellt: N. silvestris-tomentosa, N. silvestris-tomentosiformis, N. silvestris-Setchellii und N. glutinosa-tomentosa. Die Amphidiploiden N. silvestris-tomentosa und N. silvestris-tomentosiformis sind, obwohl die R. T. in den Embryosack- wie auch den Pollenmutterzellen regelmäßig verläuft, im weiblichen Geschlecht vollkommen steril. Die Sterilität ist also nicht chromosomal, sondern genisch bedingt. Auch die beiden anderen Amphidiploiden sind weiblich steril. Bei ihnen weist die R. T. leichte Störungen auf. Bei den Formen N. silvestris-tomentosa, N. silvestris-tomentosiformis und N. glutinosa-tomentosa ist die Megasporogenesis normal, aber die Embryosackentwicklung bleibt im 2- oder 4-Zellenstadium stecken. Bei N. silvestris-Setchellii wurden einige achtkernige Embryosäcke beobachtet. Nach der Ansicht des Vf. können sich nur die Megasporen zu funktionstüchtigen Embryosäcken entwickeln, die die Sterilitätsgene nicht enthalten. Diese wirken nicht auf die Lebensfähigkeit des Pollens ein. Aus der Kreuzung einer autotetraploiden Form von N. silvestris mit drei heterozygotischen autotetraploiden Rassen von N. tomentosa wurden drei partiell fertile Amphidiploide erhalten. Die partielle Fertilität beruht nach Meinung des Vf. auf der Abwesenheit der Mehrzahl der Sterilitätsgene. Weiter wird angenommen, daß N. tabacum als Amphidiploid aus N. silvestris und einer der Rassen von N. tomentosa entstanden ist, die mit N. silvestris teilweise fertile Amphidiploide geben. Ort der Entstehung sind wahrscheinlich jene Gebiete Südamerikas (Peru, Bolivien, Nordwestargentinien), in denen die Ausgangsarten heute noch vorkommen. Schmidt

**Györffy, Barna,** Untersuchungen über den osmotischen Wert polyploider Pflanzen. (Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Abt. von Wettstein, Berlin-Dahlem.) Planta **32**, 15—37 (1941).

Das Problem der ökologischen Dominanz der Polyploiden in der Natur läßt die Frage nach dem Verhalten der künstlichen Autopolyploiden im Vergleich dazu auftreten. Bezüglich des Wasserhaushalts derselben lagen bisher zur Kennzeichnung der Hydratur verschiedene Untersuchungen vor, nach denen die höheren Polyploiden immer niedrigere osmotische Werte besitzen. Jedoch sind auch Angaben darüber vorhanden, daß solche Differenzen nicht sichergestellt werden können. Daher wurden an zum Teile vorhandenen, zum Teile neu selbsthergestellten diploiden und polyploiden Formen von Petunia nyctaginiflora, Lycopersicum esculentum, Epilobium alpinum und collinum, Hyoscyamus albus und niger, Antirrhinum majus und Capsicum annuum mit Hilfe der kryoskopischen Methode nach Walter osmotische Wertbestimmungen durchgeführt. Sie ergaben in der Mehrzahl der untersuchten Fälle für die Tetraploiden etwas niedrigere Werte als für die Diploiden, insbesondere im Jugendstadium. Im Alter der Pflanzen sowie unter extremen Kulturbedingungen lagen jedoch die Werte für die Polyploiden höher. Vf. kommt daher zur Arbeitshypothese, daß im normalen Zustand die 4 n-Pflanzen normalerweise die niedrigsten osmotischen Werte besitzen. Die Variabilität derselben auf wechselnde Außenbedingungen ist aber größer als bei den 2 n-Pflanzen. Das gilt insbesondere bei Trockenkulturen, sowie bei Pfropfungen, wo die Werte der Tetraploiden höher liegen und diese Pflanzen sich resistenter erwiesen. In

einer Nachschrift bei der Korrektur wird darauf hingewiesen, daß neuerdings seitens verschiedener Autoren den osmotischen Werten geringe Bedeutung zugemessen wird, was wohl bedeuten soll, daß der Vf. die aufgefundenen Differenzen in denselben jetzt auch noch nicht als genügendes Kriterium für die höhere Resistenz der Polyploiden hinstellen will. Ullrich

**Hackbarth, J.,** Fragen der Vererbung, insbesondere der Koppelung bei Lup. luteus. Züchter **13**, 34—36 (1941).

Die Ergebnisse der 1938 erschienenen Arbeit von Hackbarth über die Vererbung der Platzfestigkeit in Verbindung mit Alkaloidfreiheit werden nochmals diskutiert, da v. Sengbusch 1940 zu zum Teil anderen Ergebnissen gekommen war. Nach Klärung von Mißverständnissen kommt H. auf die Frage, ob zwischen den Genen dul (Alkaloidfreiheit von St. 8) und inv (Platzfestigkeit) eine schwache Koppelung besteht. Er glaubt dies jetzt auch verneinen zu können, obwohl sich in den Untersuchungen von v. Sengbusch zwischen den Genen am (Alkaloidfreiheit von St. 80) und inv (Platzfestigkeit) eine schwache Koppelung zeigt. Zur grundsätzlichen Klärung der strittigen Fragen ist die Untersuchung weiteren Materials erforderlich. Hierzu wird auf die Notwendigkeit von Rückkreuzungen verwiesen. Troll

**Hartwig, E. E.,** A new mutant leaf character in sweet clover. (Eine neue Blattmutante beim Steinklee.) J. Hered. **32**, 171—172 (1941).

Die Selbstungsgeneration einer Pflanze von Melilotus officinalis setzte sich aus 36 Pflanzen mit normal dreifiedrigen Blättern und 11 Pflanzen zusammen, deren Blätter ungefiedert waren. Die einfiedrigen Blätter sind fast ungestielt und zeigen alle Übergänge von der Form stark vergrößerter Endblättchen bis zu mehr oder wenig stark gelappten Blättern. Außer der Blattform zeigten die Pflanzen keine Veränderungen, auch waren ihre Blüten normal ausgebildet. Reziproke Kreuzungen mit normalblättrigen Pflanzen ergaben in $F_1$ normalblättrige Pflanzen, deren Nachkommenschaften in $F_2$ im Verhältnis 3:1 in normalblättrige und einblättrige Pflanzen aufspalteten, woraus folgt, daß die Einblättrigkeit auf einem rezessiven Gen beruht. Schröck

**Haustein, Erik,** Über reziproker Verschiedenheiten bei Lobelien-Kreuzungen. Z. indukt. Abstammungslehre **79**, 245—252 (1941).

Reziproke Kreuzungen zwischen Lobelia fulgens und L. syphilitica weisen bemerkenswerte Unterschiede auf, die sich auf die Laubfärbung der Bastarde erstrecken. Die Pflanzen der $F_1$ aus L. syphilitica ♀ × L. fulgens ♂ haben normal grüne Blätter; in der reziproken Kombination dagegen sind fast alle Pflanzen verwaschen-buntblätterig. Die Buntblätterigkeit verändert sich im Laufe der Individualentwicklung. Sie kann von fast rein weiß nach rein grün übergehen. Auch im zweiten Jahre zeigte sich an den Versuchspflanzen diese Inkonstanz der Laubfärbung. In der Kreuzung zwischen L. fulgens und L. syphilitica blau, bei der scharf grünweiß-gescheckte Pflanzen auftreten, könnte man die reziproke Verschiedenheit entweder durch Übertragung von syphilitica-Plastiden oder von syphilitica-Plasma durch den Pollenschlauch erklären, in beiden Fällen mit nachfolgender Entmischung und dadurch erreichte Trennung in grüne und weiße Bezirke. Derartige Entmischungsvorgänge lassen sich für die periodisch schwankende Buntblätterigkeit nicht verantwortlich machen, sondern man muß hier eine periodisch schwankende Ergrünungsfähigkeit der Plastiden annehmen, deren Ursachen nicht bekannt sind. Schmidt

**Hiorth, Gunnar,** Zur Genetik und Systematik der Gattung Godetia. Z. indukt. Abstammungslehre **79**, 199—219 (1941).

Die Gattung Godetia ist eine systematisch recht heikle Gruppe, weil die Abgrenzung der Arten vielfach schwierig ist und außerdem manche Spezies große

Variabilität aufweisen. Der Vf. stimmt dem Vorschlag von Nelson und Macbride zu, die Gattungen Godetia und Clarkia zu vereinigen. Den sich um G. amoena gruppierenden Artenkreis teilt der Vf. in drei Arten auf: G. nutans, G. amoena und G. Whitneyi. Weitere systematische Studien erstreckten sich auf G. hispidula, die Artengruppen um G. deflexa und G. viminea, die sehr variable „Art" G. quadrivulnera und südamerikanische sowie unbekannte Arten. Nach Untersuchungen von Håkansson kommen in der Gattung Godetia Arten mit verschiedenen Chromosomenzahlen vor (2n = 14, 18, 28, 34, 52). Aus 40 Kreuzungen, die der Vf. zwischen Arten der Gattung Godetia durchführte, erhielt er 9 Bastarde, und auch die Bastardierung zwischen Arten mit verschiedener Chromosomenzahl glückte in einigen Fällen. Kreuzungen zwischen G. amoena oder der diploiden G. Whithneyi mit der tetraploiden G. Whitneyi schlugen stets fehl. Dagegen gelang die Bastardierung mit G. nutans, die wahrscheinlich ein Whitneyi-Genom enthält. Fast alle Godetia-Artbastarde erwiesen sich als hochgradig steril. Dies und die Kreuzungsschwierigkeiten deuten darauf hin, daß die meisten Godetia-Arten als gut voneinander abgegrenzt zu betrachten sind. Die Erzeugung von Haploiden oder muttergleichen Diploiden bei Godetia durch Bestäubung mit artfremdem Pollen gelang nicht. Schmidt

**Jacob, K. T.,** Cytological studies in the genus Sesbania. (Zytologische Studien in der Gattung Sesbania). Bibliographia genetica **13**, 225—300 (1941).

Die Gattung Sesbania gehört zur Unterfamilie Papilionatae der Leguminosen. Der Vf. studierte die zytologischen Verhältnisse von vier in Indien bzw. im tropischen Afrika vorkommenden Spezies: S. grandiflora (2n = 24), S. bispinosa (2n = 24), S. Sesban (2n = 12) und S. spinosa (2n = 12). S. Sesban scheint sekundär tetraploid zu sein. Sie hat vier Satellitenchromosomen und zwei sekundär verkürzte Chromosomen. S. speciosa hat je ein Paar Chromosomen mit Satelliten bzw. sekundären Konstriktionen. S. bispinosa ist als Amphidiploid aufzufassen, dessen Eltern wahrscheinlich S. Sesban und S. speciosa sind. Es sind acht Nucleolarchromosomen vorhanden, davon sechs mit Satelliten und zwei mit sekundären Verkürzungeu. Auch S. grandiflora wird als Amphidiploid aus denselben Eltern aufgefaßt. Es sind vier Satellitenchromosomen und ein Chromosomenpaar, das keine Nucleoli bildet, vorhanden. Schmidt

**Kappert, H.,** Die Bedeutung der Polyploide in der Cyclamenzüchtung. Züchter **13**, 106—114 (1941).

Die bisher untersuchten Wildformen des Alpenveilchens, Cyclamen persiscum, besitzen 2n = 48 Chromosomen. Bei den Kultursorten kommen Formen mit 48 und mit ± 96 Chromosomen, also diploide und tetraploide, vor. Die Annahme liegt nahe, daß bei der Entwicklung der Cyclamenzuchtsorten die Erhöhung des Chromosomenansatzes eine Rolle gespielt hat. Zweifellos sind die höherchromosomigen Alpenveilchen autopolyploid. Auch das Vorkommen aneuploider Formen ist nicht ausgeschlossen. In beiden Fällen ist eine Züchtung auf Samenkonstanz, schon in einem einfach mendelnden Merkmal, außerordentlich schwierig. Es bleibt daher noch der Weg zu einer Herabregulierung der Chromosomenzahl, möglichst auf die diploide Stufe, zu gelangen. Um diese Möglichkeit zu prüfen und ferner die Frage nach einem Zusammenhang zwischen den bei den heutigen Zuchtsorten vorkommenden Gigaseigenschaften und der Chromosomenzahl zu klären, wurden zytologische Untersuchungeu an Typen und Sorten von Cyclamen angestellt. Dabei wurde zunächst festgestellt, daß sowohl die Zuchtsorte „Leuchtfeuer" als auch einige kleinblumige „Duftcyclamen" 2n = 96 Chromosomen besitzen. Bei verschiedenen, sich durch besondere Blütengröße auszeichnenden reinweißen Sorten wurden überraschenderweise 2n = 48 festgestellt, also dieselbe Chromosomenzahl wie bei den kleinblumigen Wildformen. Der Nachweis diploider Formen unter den Kultursorten eröffnet die Möglichkeit der Züchtung diploider, großblumiger Farbsorten. Zwischen den diploiden und tetraploiden Formen bestehen

keine charakteristischen Unterschiede in den Organgrößen, wie sie bei Polyploiden vorkommen. Die Größe der Einzelzellen ist stark genisch bedingt. Für die Züchtung großblumiger diploider Farbsorten ergeben sich verschiedene Wege. Zunächst könnte man Kreuzungen kleinblumiger, diploider Farbsorten mit riesenblumigen weißen oder mit Wildformen herstellen. Ein anderer Weg würde über Kreuzungen von diploiden mit tetraploiden Sippen zu triploiden Formen führen, die vielleicht gelegentlich funktionsfähige Pollenkörner ausbilden, die bei der Bestäubung diploider Sorten zu ± diploiden Nachkommen führen. Aussichtsreich erscheint die Pollenbehandlung mit Röntgenstrahlen. Vor allem ließen sich möglicherweise auf diesem Wege ohne Vornahme von Kreuzungen diploide Nachkommen erzielen. Ferner ist dem spontanen Auftreten diploider Formen in der Nachkommenschaft Tetraploider Beachtung zu schenken. Der Vf. erhielt aus einer Massenaussaat eine von den Geschwistern abweichende Pflanze, die $2n = 48$ hat und die er — wenig glücklich! — als hemiploid bezeichnet. (Hemiploid hat F. v. Wettstein Moosrassen mit der halben haploiden Chromosomenzahl genannt.) Im Gegensatz zu den „normal" diploiden ist das vom Vf. erzielte hemiploide Duftcyclamen in Blatt und Blüte und anderen Merkmalen kleiner als die tetraploide Ausgangssorte. In der Blumengröße übertrifft es aber das diploide wilde Cyclamen persicum und die kleinblumigen Pflanzen der tetraploiden Sippe „Kiel". Wie auch bei anderen Blumen, hat bei der Herauszüchtung der Großblütigkeit bei Cyclamen nicht allein die Polyploidie eine Rolle gespielt, sondern der Effekt der Organvergrößerung wird auch durch die Wirksamkeit spezifischer Größengene erreicht. Schmidt

**Klemm, M.,** Der Kürbis und seine Bedeutung als Ölpflanze. Forschungsdienst **11**, 676—698 (1941).

Es werden bei uns im wesentlichen zwei Kürbisarten, Cucurbita maxima, aus Südamerika stammend, und C. pepo, wahrscheinlich in Afrika beheimatet, angebaut. Infolge seines Fett- und Eiweißgehaltes in den Samen (40—50 % Öl und mehr als 30 % Eiweiß) kann der Kürbis mit zu unseren besten Öl- und Eiweißlieferanten gehören. Besonders wertvoll sind dabei die schalenlosen Formen der Art C. pepo. Das Kürbisöl stellt ein wertvolles, schmackhaftes Speiseöl dar und gehört zu den schwachtrocknenden Ölen. Der Samenertrag scheint bei trockener oder feuchter Witterung etwa gleich zu sein. Der Ölertrag der schalenlosen Kürbisse schwankt zwischen 6,76 und 17,52 dz/ha. Da der Samenanteil sehr stark schwankt (0,6—3,25 % des Fruchtgewichtes), ist es Aufgabe der Züchtung, neben der Erhöhung des Öl- und Eiweißgehaltes eine Steigerung des Samenanteils anzustreben. Schröck

**Knapp, E.,** Die Bezeichnung der „Gene" von Antirrhinum majus, nebst Bemerkungen zur genetischen Nomenklatur und Begriffsbildung. Z. indukt. Abstammungslehre **79**, 253—266 (1941).

Auf Grund unserer heutigen Erkenntnisse und genau gefaßter Definitionen der Begriffe hält Vf. gewisse Änderungen der Bezeichnungen der „Gene" von Antirrhinum für notwendig. Auf diese Weise soll auch eine Angleichung der Antirrhinumnomenklatur an die neuen Vorschriften zur genetischen Nomenklatur des VII. internationalen Genetikerkongresses 1939 Edinburgh (vgl. diese Zeitschrift 23, 485—486, 1940) erreicht werden. Um Unklarheiten zu vermeiden, ersetzt Vf. die Begriffe „Gen" bzw. „Erbfaktor" durch die klar definierten Begriffe „Locus" und „Allel". Nach einigen Bemerkungen zum Dominanzbegriff wird die Sippe 50 als Standardtyp vorgeschlagen. Durch die Abkürzung der Bezeichnung, die die Abweichung vom Standardtyp charakterisiert, wird das Symbol gebildet, das sowohl den Locus als auch das abweichende Allel bezeichnet. Die vorgeschlagene Nomenklatur stimmt im großen Ganzen mit den Richtlinien des Genetikerkongresses überein. Zum Schluß werden diejenigen Gene von Antirrhinum angegeben, die umbenannt werden müssen. Hoffmann

**Knapp, Otto,** Beitrag zur Frage der Qualitäts- und Immunitätszüchtung bei Buschbohnen. Züchter 13, 19—21 (1941).

Während die Konservenindustrie weißkörnige Buschbohnensorten bevorzugt, werden aus der Praxis immer wieder Stimmen laut, die auf eine größere Resistenz der buntsamigen Sorten gegen Krankheiten und Schädlinge hinweisen. Über einen solchen Fall größerer Widerstandsfähigkeit buntsamiger Bohnennachkommenschaften wird in der vorliegenden Arbeit berichtet. Beim Aufgang etwa 400 verschiedensamiger Bohnenstämme wurden zum Teil sehr starke Aufgangs- und Entwicklungsstörungen beobachtet, die sich auf Fraßschädigungen durch Käfer zurückführen ließen. Es ergab sich, daß die weißsamigen Stämme stärker als die buntsamigen geschädigt wurden. Schröck

**Kostoff, D.,** Wheat phylesis and wheat breeding from a cytogenetic point of view. (Cytogenetic indices for the rôle of interspecific hybridization in the origin of wheat species and for applying interspecific hybridization in producing valuable wheat forms.) (Weizenentstehung und Weizenzüchtung von einem zytogenetischen Standpunkt aus. [Zytogenetische Hinweise auf die Rolle der Artkreuzungen für die Entstehung der Weizenspecies und auf die Anwendung der Artkreuzungen für die Herstellung wertvoller Weizenformen].) Bibliographia Genetica 13, 149—226 (1941).

Im ersten Teil der Veröffentlichung gibt Vf. eine Übersicht über die Ergebnisse der Zytogenetik der Art- und Gattungskreuzungen des Weizens. Die Beziehungen der Genome der Diploidea, Tetraploidea und der Hexaploidea werden klar herausgestellt und die Möglichkeiten der Entstehung der Weizenarten vom zytogenetischen Standpunkt besprochen. Alle Weizensorten der tetra- und hexaploiden Gruppe sind durch Verdoppelung der Chromosomenzahlen nach Bastardierung entstanden, sie stellen also alloploide Arten dar. Die Zytogenetik zeigt die engere bzw. weitere Verwandtschaft zu den Gattungen Aegilops, Agropyrum, Secale, Haynaldia und Elymus und dieser Arten untereinander an. Die Ergebnisse der Kreuzungen mit diesen Formen werden besprochen.

Der zweite Teil befaßt sich mit der Anwendung der zytogenetischen Ergebnisse für die Züchtung. Es wird gezeigt, wie durch die Kenntnis der Zytogenetik und Phylogenetik Fortschritte erzielt werden können, und daß die züchterische Arbeit ohne diese Kenntnis nicht richtig durchgeführt werden kann. Die Wege, die beschritten werden können, sind folgende:

1. Kombination der Eigenschaften durch Überführung der gewünschten Faktoren oder Faktorengruppen einer Spezies in die andere unter Beibehaltung der Chromosomenzahl.
2. Erzeugung alloploider Pflanzen.
3. Herstellung aneuploider Formen.

Die erste Methode verspricht den größten Erfolg, während die zweite nur in gewissen Fällen anwendbar und die dritte sehr unsicher ist. Für die erste Methode sind die Strukturunterschiede der Chromosomen bei intraspezifischen und interspezifischen Kreuzungen von besonderer Bedeutung, wie an Beispielen dargestellt wird. Ebenso wird die Bedeutung der anderen Wege an Hand von Beispielen eingehend erläutert, die nur angewendet werden sollen, wenn die wertvolle Eigenschaft nicht innerhalb der Art vorhanden ist. Die Möglichkeit der Kombination der Eigenschaften bei Art- und Gattungsbastardierungen hängt von dem Grad der Allosyndese im $F_1$-Bastard ab. Ist man über das zytogenetische Verhalten des $F_1$-Bastardes unterrichtet, so können vielfach Aussagen über das Verhalten ihrer Amphidiploidie und anderer polyploider Formen gemacht werden. Nach Meinung des Vf. können die hier für die Gattung Triticum mitgeteilten Erfahrungen und Prinzipien auch bei vielen anderen Gattungen Anwendung finden, wenn die Eigenarten derselben berücksichtigt werden. Hoffmann

**Kostoff, Dontcho,** The problem of haploidy. (Cytogenetic studies on Nicotiana haploids and their bearings to some other cytogenetic problems.)

(Das Problem der Haploidie. [Zytogenetische Studien an Nicotiana-Haploiden und ihre Beziehungen zu einigen anderen zytogenetischen Problemen].) Bibliographia Genetica **13**, 1—148 (1941).

Der Vf. beschreibt eine Reihe in der Gattung Nicotiana gewonnener Haploidformen. Diese sind teils auf parthenogenetischem Wege, teils androgenetisch entstanden. Haploide von N. rustica (n = 24) entstanden parthenogenetisch aus der Bestäubung von über 300 Blüten von N. rustica (n = 24) mit Pollen von N. tabacum (n = 24). Parthenogenetisch entstanden ebenfalls Haploide von N. triplex (n = 24) durch Bestäubung von 90 Blüten dieser Art mit Pollen von Petunia (n = 7). Durch Bestäubung von 36 Blüten der amphidiploiden N. silvestris-tomentosiformis (2n = 48) mit Pollen des Amphidiploids N. glauca-Langsdorffii (n = 21) wurde eine haploide N. silvestris-tomentosiformis (n = 24) erhalten. Eine haploide N. rustica-paniculata (n = 36) ging aus der Bestäubung von 93 Blüten der amphidiploiden Form (2n = 72) mit Pollen der amphidiploiden N. glauca-Langsdorffii (n = 21) hervor. Haploide N. glauca-Langsdorffii (n = 21) entstanden durch Bestäubung von 72 Blüten der amphidiploiden Form (2n = 42) mit Pollen der amphidiploiden N. rustica-tabacum (n = 48), eine hyperhaploide Form (n = 23) durch Selbstung von N. glauca-Langsdorffii. Auf androgenetischem Wege entstand eine haploide N. Langsdorffii (n = 9) nach Bestäubung einer triploiden Form von N. tabacum (3n = 72) mit Pollen von N. Langsdorffii (n = 9), eine Haploidform von N. silvestris ebenfalls durch Androgenesis nach Bestäubung von $F_1$-Bastarden aus N. tabacum × N. silvestris mit Silvestrispollen. Der Vf. diskutiert im Anschluß an seine Versuche und die von anderen Autoren gemachten Erfahrungen die Gründe und Möglichkeiten für das Auftreten und die Erzeugung haploider Pflanzen. Eine eingehende vergleichend-morphologische Analyse der Haplonten und ihrer diploiden Ausgangsformen wird gegeben, und in gleicher Weise wird das zytologische Verhalten untersucht. Es ist im Rahmen eines Referats leider nicht möglich, in der gebotenen Kürze die Einzelergebnisse der aufschlußreichen Arbeit zu schildern und über die theoretischen Ausführungen des Vf. zu berichten. Es muß daher auf das Original und, zur Orientierung, auf die sehr ausführliche Zusammenfassung verwiesen werden.

Schmidt

**Lehmann, H.,** Untersuchungen über die Genetik und Physiologie der Resistenz der Kartoffel gegen Phytophthora infestans de Bary. Die genetische Analyse der Resistenz von Solanum demissum sp. (vorl. Mitt.). Züchter **13**, 33—34 (1941).

Zur Klärung der Vererbung der Phytophthoraresistenz wurden Untersuchungen an Varietäten von S. demissum durchgeführt. Vf. isolierte Linien, die sich gegen bestimmte Rassen des Pilzes homozygot widerstandsfähig oder homozygot anfällig verhielten. Durch Kreuzung dieser Linien untereinander wurde ein umfangreiches Material der P-, $F_1$-, $F_2$- und $F'_2$-(Rückkreuzungs-) Generationen hergestellt und geprüft. Die $F_2$ ergab eindeutige und fehlerkritisch gesicherte 3 : 1-Spaltung. Die Rückkreuzung der $F_1$ mit dem resistenten Elter lieferte nur resistente Nachkommen, mit dem anfälligen Elter ein Verhältnis von anfälligen : resistenten Sämlingen wie 1 : 1. Reziprok durchgeführte Kreuzungen zeigten keinen Unterschied. Die Widerstandsfähigkeit der S. demissum sp. (2n = 72) wird danach monofaktoriell dominant vererbt. Der Erbgang der Resistenz ist für die beiden untersuchten Rassen des Pilzes der gleiche.

Stelzner

**Lesley, M. M.,** und **J. W. Lesley,** Parthenocarpy in a tomato deficient for a part of a chromosome and in its aneuploid progeny. (Parthenokarpie bei einer Tomate, mit Defizienz eines Chromosomenstückes und in ihrer aneuploiden Nachkommenschaft.) Genetics **26**, 374—386 (1941).

In der $F_1$ einer Kreuzung diploider Zwergtomaten entstand eine sehr kleine Pflanze, die reichlich Früchte bildete, obwohl die Pollenproduktion sehr schlecht war. Die Früchte waren zum größten Teil ohne Samen. Die Pflanze erwies sich als heterozygot für die Defizienz von $^2/_3$ eines Chromosoms. Unter den wenigen

Nachkommen der Pflanze fanden sich zwei primär trisome und eine sekundär trisome Pflanze, die sich in der Fruchtbildung ähnlich wie die Ausgangspflanze verhielten. Bei den apikalen Fruchtständen wurden jedoch mehr Samen ausgebildet. Eine tetrasome Nachkommeuschaftspflanze erwies sich als voll fertil. Im allgemeinen waren die Früchte des neuen Stammes klein und reiften sehr viel schneller als die Früchte der Zwergpflanze der Ausgangssippe. Hackbarth

**Lowig, E.,** Gedanken zur Züchtung und Samengewinnung von Wiesenrotklee. Züchter **13**, 128—132 (1941).

Der Wiesenrotklee, Trif. pratense perenne ist eine wichtige Pflanze für Dauerwiesen und -weiden. Das Herkunftsmaterial, das noch gar nicht züchterisch bearbeitet worden ist, ist sehr mannigfaltig in allen Eigenschaften. Auch in der Ausdauer sind große Unterschiede festzustellen, desgleichen in der Länge der Blütenröhren. Sehr der züchterischen Verbesserung bedarf der Blattanteil. Die Formenmannigfaltigkeit darf aber nicht zu sehr eingeengt werden, da der Wiesenklee ja fast ausschließlich als Mischungsanteil im Dauergrünland angebaut wird. Samenbau erfolgt am besten in Reinsaat auf Ackerland, dabei muß aber darauf geachtet werden, daß keine Auslese nach den Eigenschaften des gewöhnlichen Rotklees hin stattfindet. Der Same muß vom 1. Schnitt geerntet werden.

Hackbarth

**Migula, W.,** Pflanzenbiologie. I. Allgemeine Biologie. 3., verb. und verm. Aufl. (Sammlung Göschen Nr. 127.) Berlin u. Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1929. 127 S. u. 45 Abb. Geb. RM 1,62.

Die vorliegende Pflanzenbiologie umfaßt in 7 einander koordinierenden Kapiteln die Verbreitungsmittel der Pflanzen, Schutzeinrichtungen und Anpassungserscheinungen, das Pflanzenleben an den verschiedenen Standorten, Saprophyten und Parasiten, Symbiose, insektenfressende Pflanzen, Pflanzen und Ameisen. Diese als Einzelaufsätze zu wertenden Darstellungen nehmen nicht immer den neuesten Stand der Forschung ein, sondern bewegen sich im Rahmen der Biologie, wie sie auf botanischem Gebiete noch von ihren Altmeistern geschaffen wurde. Es ist zu hoffen, daß die Schrift aus diesem Grund eine grundsätzliche Umarbeitung unter Berücksichtigung der jetzigen Forschungsergebnisse erfährt. Ullrich

**Milovidov, P. F.,** Über die Chromosomenzahlen bei einigen Leguminosen und anderen Pflanzen. Planta (Berl.) **32**, 38—42 (1941).

Die Chromosomenzahlen wurden von folgenden Arten in nachstehender Höhe mit der Fixierung nach Nawaschin und der Heidenhainschen Eisenhämatoxilinfärbung in Wurzelmeristemzellen ermittelt. Melilotus officinalis L. 2 n = 16, also ebenso wie M. albus, dentatus, indicus, italicus, messanensis, neapolitanus, segetalis, speciosus, suaveolens, sulcatus, tauriae, wolgicus. Ornithopus sativus L. 2n = 14. Bei Lotus corniculatus L. weicht die Angabe mit 2n = 24 von der anderer Autoren mit 2n = 12 ab. Die Erklärung hierfür glaubt Krf. damit geben zu können, daß es sich um verschiedene Varietäten, und zwar var. alpestris mit 2n = 24 und var. tenuifolius mit 2n = 12 Chromosomen handelt. Lotus uliginosus Schkuhr wurde mit 2n = 24 gefunden, während von anderer Seite hierfür 2n = 12 bekannt waren. Vermutet wird eine tetraploide Form. Bei Casuarina turolosa Ait. wurden 2n = 18 Chromosomen gefunden. Troll

**Müller, K. O., und H. Börger,** Experimentelle Untersuchungen über die Phytophthora-Resistenz der Kartoffel. Zugleich ein Beitrag zum Problem der „erworbenen Resistenz“ im Pflanzenreich. Arb. Biol. Reichsanst. **23**, 189—231 (1941).

Die Erscheinung der erworbenen Immunität, die Umstimmung des Organismus in Richtung einer erhöhten Resistenz mit Hilfe der „Schutzimpfung“, ist in der Human- und Veterinärpathologie eingehend erforscht und zum unentbehrlichen Rüstzeug entwickelt worden. In der Phytopathalogie sind eine Reihe von vor allem älteren Untersuchungen mit dem Ziele, bei den Pflanzen derartige Um-

stimmungen nachzuweisen, durchgeführt worden, ohne aber direkte und unanfechtbare Beweise für ihr Vorkommen anführen zu können. Vf. haben es sich zur Aufgabe gestellt, zu untersuchen, ob im Pflanzenreich die Erscheinung der erworbenen Immunität auftritt, ob es also gelingt, durch eine Primär- oder „Präventivinfektion" oder durch eine der Vakzination entsprechende Methode Pflanzen oder Teile in einen Zustand zu überführen, in dem sie von dem betreffenden Parasiten nicht mehr angegriffen werden können. Die Experimente wurden an Knollen von bekannten Kulturkartoffeln und von mehreren W-Sorten durchgeführt. Während die ersteren durch die Phytophthorarassen A und S befallen werden, sind die verwendeten W-Sorten anfällig gegenüber S und resistent gegenüber der Biotypengruppe A. Die Infektionen wurden doppelt durchgeführt, zuerst mit dem A-Stamm und nach verschiedener Wartezeit mit dem S-Stamm. In diese kombinierten Infektionen wurden auch andere parasitäre wie saprophytische Mikroben einbezogen. Die Knollen wurden in Richtung Kronen-Nabelende halbiert und die entstandenen Schnittflächen mit Sporangienaufschwemmung infiziert. Bei einem zweiten Impfverfahren wurde das Kronenende der Knollen gekappt, die entsprechende Schnittfläche muldenförmig vertieft und mit Sporangiensuspension beschickt. Der Infektionsmodus wurde zur Beantwortung der gestellten Frage in entsprechender Weise variiert. Es zeigte sich, daß der S-Stamm auf W-Sorten nach einer vorherigen Infektion mit dem A-Stamm nicht mehr normal zu fruktifizieren vermag. Das entstandene hemmende Prinzip ist nicht vor der Infektion in den Knollen vorhanden, sondern entsteht erst in der reagierenden Wirtszelle. Es muß stofflicher und für die einzelnen Pilze unspezifischer Natur sein. Die Resistenz einer Knolle ist abhängig von der genotypisch bestimmten Empfindlichkeit der Wirtszellen: je größer sie ist, um so höher ist die Resistenz. Diese Abwehrreaktion ist an den Lebendzustand der Wirtszelle gebunden und beschränkt sich auf das vom Pilz besiedelte und benachbarte Gewebe, erstreckt sich aber nicht auf das ganze Individuum. Es ist danach gelungen, anfällige pflanzliche Gewebe im Sinne einer Resistenzerhöhung experimentell umzustimmen, Totalimmunisierung der Pflanze konnte dagegen nicht erzielt werden. Stelzner

**Newcomer, Earl H.,** A colchicine induced tetraploid Cosmos. (Eine colchicininduzierte tetraploide Cosmos.) J. Hered. **32**, 161—164 (1941).

Durch Behandlung der Vegetationspunkte von Cosmos bipinnatus (Sorte Early Sensation) mit 2prozent. Colchicinlösung wurden tetraploide Pflanzen erhalten. Die vergleichend-morphologische Analyse ergab, daß die Tetraploiden mit Ausnahme der Wuchshöhe größere Ausmaße als die diploiden Pflanzen aufwiesen. Die Größenzunahme der Einzelmerkmale war nicht in allen Fällen proportional der Chromosomenzahl. So war z. B. bei den Tetraploiden nur eine geringe Größenzunahme der Chloroplasten festzustellen. Die Vergrößerung der Pollenkörner bei den Tetraploiden beruht auf einer Zunahme der Zellwanddicke. Im Freiland gezogene tetraploide Pflanzen waren voll fertil, Gewächshauspflanzen dagegen völlig steril. Schmidt

**Pehl, P.,** Drei Jahre Anbauversuche mit Hirse. Züchter **13**, 147—155 (1941).

Wegen ihrer kurzen Vegetationsperiode und ihrer Spätsaatverträglichkeit eignet sich die Hirse besonders als Zwischenfrucht, sowohl zur Körner- wie auch zur Grünfuttergewinnung. Es wird über dreijährige Anbauversuche von etwa 250 verschiedenen Herkünften der einzelnen Hirsearten berichtet. Nachdem in den ersten beiden Jahren 160 bzw. 61 Herkünfte wegen zu später Reife ausgeschieden waren, standen im letzten Jahr noch 29 in der Prüfung. Von den geprüften Rispenhirsen eignen sich die frühen und mittelfrühen Herkünfte sowohl zur Körner- wie auch zur Grünfuttergewinnung. Die frühreiferen Herkünfte weisen wohl bessere Kornerträge, jedoch niedrigere Grünmassenerträge auf. Ähnlich lagen die Verhältnisse bei den Mohar-Kolbenhirsen, von denen wegen ihrer späteren Reife nur die frühreifsten für den Anbau in Frage kämen. Wenig Bedeutung scheinen auch die großen Kolbenhirsen zu haben, da sie sämtlich spätreif, wenn auch kornreich sind. Die Hühnerhirsen zeigten neben der späten Reife noch sehr geringe Korn-

erträge. Von den geprüften Sorghumhirsen erwies sich nur eine Herkunft als frühreif genug. Sie brachte durchschnittlich 35,1 dz/ha Kornertrag und 618 dz/ha Grünmassenertrag. Wegen ihres Blausäuregehaltes ist die Sorghumhirse als Grünfutterpflanze jedoch nur bedingt zu verwenden.

Ein Anbauversuch mit gesteigerten N-Gaben zeigte, daß sich durch hohe Stickstoffgaben die Grünmassen- und Eiweißerträge sehr stark steigern lassen.

Schröck

**Rudorf, W.,** Methoden zur Prüfung und Züchtung von Kulturpflanzen auf Frostresistenz. Z. ges. Kälte-Industrie **48**, 121—127 (1941).

Die Winterfestigkeit der Pflanzen ist von bestimmten morphologischen, entwicklungsphysiologischen und physiologischen Eigenschaften abhängig. Besonders werden die physiologischen Eigenschaften behandelt. Im Herbst spielt sich in den Pflanzen ein sogenannter Härtungsprozeß ab. Es wurde festgestellt, daß gehärtete und nicht gehärtete Pflanzen weitgehende physiologische Unterschiede aufweisen. Die gehärteten Pflanzen weisen einen geringeren Wassergehalt, größeren Gehalt an löslicher Trockensubstanz und Elektrolyten und damit einen höheren osmotischen Wert auf. Die Preßsäfte gehärteter Pflanzen zeigen eine größere Gefrierpunktserniedrigung. Außerdem ist die Atmungsintensität gehärteter Pflanzen deutlich niedriger. Es hat sich aber gezeigt, daß alle diese physiologischen Unterschiede zwischen gehärteten und ungehärteten Pflanzen keine sicheren Anzeichen für den Grad der Frosthärte darstellen. Der künstliche Gefrierversuch erwies sich als die sicherste Methode, zur Auslese frostwiderstandsfähiger Sorten. Die dabei auftretenden Schwierigkeiten sind aber hauptsächlich technischer Natur. Es ist besonders auf möglichste Gleichmäßigkeit der Temperaturen zu achten. Außerdem ist die Zeit des Absinkens der Temperatur während des Versuches, sowie die Einwirkungsdauer, die Luftfeuchtigkeit und die Bewegung der Luft von Wichtigkeit. Bei allen Versuchen ist auf möglichste Nachahmung der in der Natur herrschenden Verhältnisse Wert zu legen. Schröck

**Rudorf, W., und O. Schröck,** Über das Auftreten stark abgeänderter Formen bei Steinklee (Melilotus albus). Züchter **13**, 1—4 (1941).

1938 wurde eine ganze Anzahl Steinkleepflanzen aufgefunden, die viele feine Stengel und einen buschigen Wuchs hatten. Sie sind in ihrem ganzen Habitus Luzernepflanzen ähnlich. Der Blattanteil ist stark vergrößert und die Pflanzen verholzen bei weitem nicht so sehr wie gewöhnlicher Steinklee. Bei der Cumarinuntersuchung fand sich eine Pflanze, die wesentlich cumarinärmer war. Ihre Nachkommenschaft spaltete in 24 cumarinreiche und 7 cumarinärmere Pflanzen auf. Wahrscheinlich handelt es sich aber um eine andere Mutation als die seinerzeit von Kirk aufgefundene „Alpha"-Mutation. Die Vererbung des Buschtyps ist wahrscheinlich einfach rezessiv. Hackbarth

**Schuphan, Werner,** Nährstoffgehalt und biologischer Wert von Gemüse und Obst. Forschungsdienst **11**, 660—675 (1941).

Unter dem biologischen Wert versteht der Vf. „die Gesamtheit von Nähr- und Wirkstoffen, die den gesundheitlichen Wert ausmachen". Der gesundheitliche Wert von Gemüse und Obst steht heute außer Frage. Vor allem sind diese Produkte des Gartenbaues die wichtigsten Quellen für die Versorgung mit Vitamin C. Außer dem Vitamingehalt sind die basischen Mineralstoffe, die organischen Säuren, ätherische Öle, Fermente und auch der Zellulosegehalt von Obst und Gemüse von Wert für die Ernährung. Auf Grund eigener und anderer Untersuchungen gibt der Vf. tabellarische Übersichten über den Gehalt an Wertstoffen bei den verschiedenen Obst- und Gemüsearten. Die wichtigsten Vitamin C-Träger sind die Gemüsearten. Beim Obst haben nur das Beerenobst und die Quitte beträchtlicheren Vitamingehalt, während dieser bei den wirtschaftlich wichtigen Kern- und Steinobstarten verhältnismäßig gering ist. Einige bisher zu wenig beachtete Gemüse haben einen besonders hohen Gehalt an C-Vitamin. Hierher gehören Porree, Rettich, Gemüsepaprika, Portulak und die Blätter des Rosenkohls und anderer Kohl-

arten. Gemüse und Kartoffeln sind unsere wichtigsten Vitamin C-Quellen. Vitamin A spielt beim Obst praktisch keine Rolle, ist jedoch in vielen Gemüsearten in Gestalt des Provitamins (Carotin) enthalten, am reichlichsten in der Mohrrübe. Verhältnismäßig bedeutenden Carotingehalt besitzen auch Spinat, Kohlrabiblätter, Grünkohl u. a. Eine Reihe von Gemüsearten (Rettich, Radieschen, Meerrettich, Kohlarten) enthält Senfölverbindungen, deren Heilwert aus der Volksmedizin bekannt ist. Blutdrucksenkende Eigenschaften werden den schwefelhaltigen Allyldisulfiden der Lauchgewächse nachgerühmt. Stoffwechselfördernd wirken die terpenartigen Stoffe der Umbelliferen Sellerie, Mohrrübe, Pastinake, Petersilie, Kümmel, Fenchel, Dill u. a. Bei einigen Gemüsen, vor allem aber in unseren wichtigsten Obstarten, sind organische Säuren enthalten, die nicht nur geschmacklich, sondern auch wegen ihrer magen- und verdauungsstärkenden Wirkung von Bedeutung sind. Sehr wichtig sind die bei Obst und Gemüse vorkommenden basischen Mineralstoffe, die eine Übersäuerung des Organismus verhindern. Unter den Gemüsearten besitzen Sommerrettich, Gurken, Tomaten, Sellerie, Rote Rüben und Mohrrüben einen besonders hohen Basenüberschuß. Für die Blutbildung wichtig ist der besondere Eisenreichtum von Bleichsellerie, Rettich, Petersilie, Kopfsalat, Spinat, Endiviensalat, Kohlrabi sowie in geringerem Maße von Zwetschen, Himbeeren, Brombeeren und Heidelbeeren. Von den kalorisch wertvollen Stoffgruppen sind beim Obst und Gemüse in erster Linie die Kohlenhydrate bedeutsam. Der Zucker- und Stärkereichtum bei vielen Arten ist bekannt. Die Wirkung der Zellulose wurde früher verkannt. Sie ist durchaus kein Ballaststoff der Nahrung, sondern sie wirkt im Darm entgiftend und stoffwechselfördernd. Der Eiweißgehalt ist beim Gemüse quantitativ geringer als beim Fleisch. Hinsichtlich seiner biologischen Wertigkeit ist aber z. B. das Erbseneiweiß durchaus bedeutend einzuschätzen. Schmidt

**Schwanitz, F.,** Eine somatische Mutation an der Rübenwurzel. Züchter **13**, 87—88 (1941).

In der $F_1$ einer Zuckerrübensorte (Klein-Wanzleben Z) und einer Futterrübensorte (Remlinger) wurde an einer Pflanze eine somatische Mutation bezüglich der Rübenschalenfarbe beobachtet. Eine rotgefärbte Rübe zeigte einen hellgelben Sektor, der sich in die Wurzel fortsetzte. Die genetische Grundlage dieser Erscheinung wird dargelegt. Da in der gleichen $F_1$ wie auch der Kreuzung Klein-Wanzleben N $\times$ Kirsches Ideal in größerer Anzahl gelbgefärbte Bastardpflanzen auftraten, scheint die gleiche Mutation bei Zuckerrüben verschiedentlich aufgetreten zu sein. Schröck

**Schwanitz, F.,** Untersuchungen über den Ertrag getriebener diploider und tetraploider Gartenkresse (Lepidium sativum). Züchter **13**, 155—160 (1941).

Nach Colchicinbehandlung von Samen und vor allem von jungen Keimpflanzen wurden 148 Pflanzen mit vermehrter Chromosomenzahl aufgefunden. 119 davon waren tetraploid und 4 wahrscheinlich oktoploid. Fast alle Nachkommenschaften neigten zur Herabregulierung der Chromosomenzahl. Nur 2 Nachkommenschaften behielten auch in späteren Generationen einheitlich die tetraploide Chromosomenzahl bei. Bei der Kresse hat die Vermehrung der Grünmasse eine praktische Bedeutung, weil letztere das Erntegut für den Verkauf darstellt. Es wurde deshalb eine Vergleichsprüfung angelegt, die sehr zugunsten der tetraploiden Stämme ausfiel. Der Frischsubstanzertrag war etwa um $^1/_3$ höher. Als weitere günstige Eigenschaften der tetraploiden Stämme sind zu nennen die bessere Standfestigkeit und der wahrscheinlich geringere Senfölgehalt. Die Fertilität ist im allgemeinen herabgesetzt, doch scheint es auch in dieser Beziehung Unterschiede zu geben. Hackbarth

**Schwanitz, Franz,** Der Artbegriff bei Pflanzen im Lichte der Genetik. Volk und Rasse **16**, I : 23—26, II : 45—49 (1941).

Es gibt immer noch Dunkelmänner unserer Zeit, die an dem Gedanken der Unveränderlichkeit der Arten festhalten und ihre „Ideen" in pseudowissenschaftlicher Aufmachung verbreiten. Der Vf. hat sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, einem breiten Leserkreis das gedankliche und Tatsachengebäude unserer

modernen Erkenntnisse über das Wesen und die Entstehung der Arten vor Augen zu führen, das ja den Grundpfeiler der Rassenkunde und Rassenpflege darstellt. Er beschränkt sich dabei auf die an Pflanzen gewonnenen Ergebnisse der Forschung. Bei der Erläuterung des Artbegriffes wird eingeteilt in Arten, die sich nur im Genbestand unterscheiden, Arten, die durch Kreuzung nur genisch verschiedener Arten entstanden sind, Arten, die sich in der Struktur der Chromosomen voneinander unterscheiden, Arten, die heteroploid und Arten, die polyploiden Ursprungs sind. Die Darstellung ist sehr flüssig und bei aller Gründlichkeit allgemein verständlich. Sie wird ihren Zweck nicht verfehlen, weiteren Kreisen lebenskundliches Denken zu vermitteln. Schmidt

**Schwarze, P.,** Ein neuer Weg der Vorbehandlung des Materials für die refraktometrische Fettbestimmung in Zuchtmaterial. (Fettbestimmung in Zuchtmaterial, 2. Mitt.) Züchter **13**, 184—191 (1941).

Nachdem die erste Mitteilung neben mechanischen Maßnahmen besonders den chemischen Aufschluß des Materials mit Lauge im Autoklaven behandelt, wird nunmehr auf eine neue Methode eingegangen, welche die Extraktion nach Vorbehandlung mit Pepsinsalzsäure noch einfacher und billiger macht. Öl läßt sich aus wässerigen Suspensionen von Eiweiß weder mit Petroläther noch mit Benzin extrahieren. Nach mehrstündiger Einwirkung von Pepsinsalzsäure, die anfangs in 2 Dosierungen zugesetzt wurde, gelang dies jedoch bei gut zerkleinertem Material. Es ergab sich, daß das Extraktionsmittel zu Beginn des Aufschlusses zugesetzt werden kann, und daß eine einmalige Pepsingabe ausreicht. Feinste Zerkleinerung mittels säurefester Steine, Aufschluß und Extraktion können nebeneinander im gleichen Gefäß vorgenommen werden. Diese als Verdauungsmethode bezeichnete Arbeitsweise liefert etwas höhere Werte als die Bromnaphthalin- und Benzinmethode von Leithe. Die eventuell verantwortlichen Gründe werden diskutiert. Die Leistungsfähigkeit der Methode genügt den Ansprüchen für Untersuchungen im großen Maßstab. Im Achtstundentag kann eine Arbeitskraft 80 bis 90 Bestimmungen schaffen. Die Kosten für Arbeitskraft, Chemikalien, Geräte und Stromverbrauch werden bei einer Einwaage von 2 g mit etwa 10 Rpf. je Bestimmung angegeben. Troll

**Schwemmle, J.,** Weitere Untersuchungen an Eu-Oenotheren über die genetische Bedeutung des Plasmas und der Plastiden. Z. indukt. Abstammungslehre **79**, 321—334 (1941).

Die aus der Kreuzung von Oenothera Berteriana (Komplexe B und l) und Oe. odorata (Komplexe v und I) entstehenden Komplexheterozygoten B. I sind reziprok verschieden. Die reziproke Verschiedenheit zeigt sich u. a. an der Länge der Hypanthien (Röhren). Bei den B. I aus v. I × B. l sind diese länger als bei den aus der Verbindung B. l × v. I erhaltenen B. I. Der Vf. wies nach, daß dieser Unterschied nicht nur durch das odorata-Plasma bedingt wird. Der Vergleich der von einer B. I-Schecke stammenden Nachkommen mit odorata-Plasma + odorata-Plastiden und mit odorata-Plasma + Berteriana-Plastiden ergab, daß auch die Plastiden Einfluß auf die Längenzunahme der Hyanthien nehmen. Auch auf die Blattgestalt der B. I wirken die Plastiden mit ein. Bei den B. l mit odorata-Plasma und Berteriana-Plastiden macht sich der Einfluß des odorata-Plasmas auf die Verlängerung der Röhren bemerkbar. Bei den v. I mit verschiedenen Plasmen und Plastiden haben die Plastiden keinen Einfluß auf die Länge der Hypanthien. Schmidt

**Schwemmle, J.,** Plastidenmutationen bei Eu-Oenotheren. Z. indukt. Abstammungslehre **79**, 171—187 (1941).

In einer Nachkommenschaft aus Kreuzungen mit Oenothera odorata (Komplexe v. I) und Oe. Berteriana (B. l) wurden 26 v. I-Komplexheterozygoten erhalten, also odorata-Pflanzen mit odorata-Plasma und Berteriana-Plastiden. Eine Pflanze war gescheckt. Neben rein grünen Trieben wurden sektorial gescheckte sowie viriditunicate Periklinalchimären (dunkelgrüner Saum, hellere Mittelfläche)

und albotunicate Blätter (hellgelber Saum) beobachtet. Da normalerweise bei v. I sowohl die odorata- wie auch die Berteriana-Plastiden ergrünen, kann als Grund für die Scheckung nur eine mutative Änderung der Berteriana-Plastiden in der Richtung angenommen werden, daß sie die Fähigkeit zum Ergrünen verloren haben. Kreuzungen zwischen grünen und albotunicaten Pflanzen ergaben zu einem hohen Prozentsatz Schecken. In der Kreuzung albotunicat × grün treten sie seltener auf und sind nur schwach entwicklungsfähig. Auch Mutation der odorata-Plastiden wurde beobachtet. Schmidt

**Sengbusch, R. v.,** Polyploide Kulturpflanzen (Roggen, Hafer, Stoppelrüben, Kohlrüben und Radieschen). Züchter **13**, 132—134 (1941).

Der schlechte Ansatz im Jahre 1939 (rund 5 %) bei dem vom Vf. durch Colchicinbehandlung erzeugten tetraploiden Winterroggen wurde auf das Fehlschlagen der Befruchtung mit Pollen von diploiden Pflanzen zurückgeführt, in deren Umgebung die Tetraploiden standen. Isolierter Anbau im Jahre 1940 bestätigte die Richtigkeit dieser Annahme; der Ansatz stieg auf 40 % bei spontaner und 65 % bei künstlicher Bestäubung der Tetraploiden untereinander. Bei Vergrößerung der Anbaufläche ist eine weitere Ansatzsteigerung zu erwarten. Eine geringe Fertilitätsstörung wird bleiben, jedoch könnte diese durch Auslese herabgemindert bzw. beseitigt werden. Ähnliche Verhältnisse liegen beim Sommerroggen vor, bei dem ebenfalls tetraploide Pflanzen erzeugt wurden. — Schwieriger als beim Roggen war die Herstellung von Tetraploiden beim Hafer. Vielfach wurden Pflanzen mit tetraploiden Sektoren erzielt. Bisher wurden rund 100 tetraploide Pflanzen aus den Sorten „Flämings Gold" und „Flämings Treue" gewonnen. — Auch bei Stoppelrüben wurden Tetraploide hergestellt. Diese sind gegenüber den Diploiden durch einen schnelleren Ablauf der Vegetationsperiode gekennzeichnet. Aus Kreuzungen zwischen tetraploiden Stoppelrüben mit tetraploiden Kohlrüben — auch hier gelang die Auslösung der Polyploidie — hofft der Vf., amphidiploide Kohlrüben-Stoppelrübenbastarde herstellen zu können. — Beim Radieschen sind bisher drei tetraploide Formen gewonnen worden, ein rundes rotes, ein ovales rotes und ein ovales violettes Radieschen. Die Fertilität der $F_2$ war verschieden gut. Es sind zur Zeit einige tausend tetraploide $F_3$-Pflanzen von drei Ausgangssorten vorhanden. Schmidt

**Siller, W.,** Standweiten- und Sortenfrage im Körnermaisbau. Pflanzenbau **17**, 321 (1941).

Von der züchterischen Seite her ist das Problem eines verstärkten Maisanbaues in Deutschland durch Bereitstellung geeigneter Sorten gesichert. Unsicherheiten bestehen lediglich noch bei der Anbautechnik und Sortenwahl. Beide Fragen müssen für jeden Anbaubezirk eine gesonderte Lösung erfahren. Für die Gebiete der Kölner Bucht ergab ein dreijähriger Standraumversuch mit Mahndorfer Körnermais, daß bei einer Reihenentfernung von einheitlich 60 cm und einer Pflanzenentfernung von 20—70 cm ein Standraum von 60 × 25 cm beim Verziehen auf 1 Pflanze und ein Standraum von 60 × 40 cm beim Verziehen auf 2 Pflanzen das beste Ernteergebnis brachte. In bezug auf die größte Ertragstreue während des gesamten dreijährigen Versuches erwies sich der Standraum von 60 × 25 cm als der sicherste, da hier die Erträge in allen drei Jahren über dem Versuchsmittel blieben. Roegner-Aust

**Smith, A. M., and J. Gillies,** The distribution and concentration of ascorbic acid in the potato (Solanum tuberosum). (Die Verteilung und Konzentration der Ascorbinsäure in der Kartoffel [Solanum tuberosum].) Biochemic. J., 1312—1320 (1940).

Mit Hilfe der Indophenolmethode wurden Untersuchungen über die Verteilung der Ascorbinsäure in der Kartoffelpflanze in verschiedenen Stadien durchgeführt. Der Ascorbinsäuregehalt des Krautes wurde an Blättern und Stengeln während einer Zeit von 48 Stunden ermittelt. Er schwankt im Verlauf eines Tages im Stengel wenig, in den Blättern stark und erreicht sein Maximum in

den Vormittagsstunden. Der Gehalt des Stengels nimmt von der Spitze nach der Basis zu ab. Bei Untersuchung der jahreszeitlichen Schwankungen war die Ascorbinsäurekonzentration der Knollen am höchsten Mitte August und fiel mit fortschreitender Reife stark ab. Die Blätter enthielten bedeutend mehr an Ascorbinsäure als die Knollen. Die Unterschiede zwischen viruskrankem und gesundem Kraut waren sehr uneinheitlich; ein Einfluß der Düngung konnte nicht festgestellt werden. Die reifen Knollen verloren während der Lagerung an Ascorbinsäure, wobei der Gehalt an Dehydroascorbinsäure der gleiche blieb. Von mehreren Sorten wurden Knollen gesunder, mosaik- und blattrollkranker Stauden verglichen. Im allgemeinen war der Ascorbinsäuregehalt der kranken Knollen höher als der gesunden. Bei der Untersuchung unter Licht gekeimter Knollen ergab sich, daß die Konzentration sowohl in den äußeren wie auch in den inneren Gewebeschichten vom Nabel zum Kronenende bis zur Spitze des Keimes zunahm. Bei dunkel gekeimten war die höchste Konzentration in der Mitte des Keimes. In den keimenden Knollen wird anscheinend keine Ascorbinsäure neu gebildet, es tritt vielmehr ein geringer Verlust auf. Vf. hat zum Teil Ergebnisse bestätigt, die von nicht erwähnten deutschen Autoren in früheren eingehenden Untersuchungen erhalten wurden. Stelzner

**Srinath, K. V.**, Morphological and cytological studies in the genus Calceolaria. III. Meiosis in a triploid Calceolaria. (Morphologische und zytologische Studien in der Gattung Calceolaria III. Die Meiosis bei einer triploiden Calceolaria.) Ann. of Bot. **4**, 81—106 (1940).

Der Vf. studierte die R. T. bei einer triploiden Hybride zwischen Calceolaria purpurea und einer Bastardvarietät. Die somatische Chromosomenzahl der triploiden Form ist 27. In der Diakinese und I. Metaphase kommen bis zu neun Trivalente vor. Die häufigste Konfiguration ist $6_{II} + 5_{III}$. Die Univalenten teilen sich meist in der II. Teilung; zurückbleibende Chromosemen sind selten. In der I. Anaphase und in der II. Teilung erfolgt auch Ausstoßung von Chromosomen. Die I. Anaphase verläuft gestört, und es werden Restitutionskerne gebildet. Dies tritt auch in der II. Anaphase ein. Chromatinbrücken in der I. und II. Anaphase deuten auf das Vorkommen von Inversionen hin. Schmidt

**Stelzner, G.**, Colchicininduzierte Polyploidie bei Solanum tuberosum L. Züchter **13**, 121—128 (1941).

Die Anwendung der Colchicinmethode hat auch bei der Kartoffel die Möglichkeit zur Herstellung polyploider Formen geschaffen. Obwohl sich die Sektion Tuberarium der Solanaceen durch das Vorkommen polyploider Artenreihen auszeichnet, wurden polyploide Typen bei den von Solanum tuberosum und S. andigenum abstammenden Kultursorten bisher nicht beobachtet, und auch Versuche zu deren experimenteller Erzeugung nach der Winklerschen Kallusmethode führten zu keinem Ergebnis. In den Versuchen des Vf. gelang die Herstellung polyploider Kartoffelpflanzen durch Behandlung ungekeimter und angekeimter Samen, am besten in 0,1—0,4prozent. Lösung mit 4tägiger Einwirkungsdauer sowie durch Behandlung von Sproßteilen. Für diese wurde eine besondere Methodik ausgearbeitet, die auf der Infiltration von Dunkelkeimen mit Colchicinlösung von 0,5 bis höchstens 1% Konzentration beruht. Der Behandlung wurde eine Reihe von Sorten unterworfen, und etwa 1% Polyploide wurden erhalten. Bei vier aus Colchicinbehandlung erhaltenen Stämmen der Sorten Konsuragis (1) und Pepo (3) wurden ±96 Chromosomen gezählt. Diese oktoploiden Stämme wurden hinsichtlich verschiedener Merkmale zu normal tetraploiden Pflanzen in Vergleich gesetzt. In der Wuchshöhe wiesen zwei Pepo-Stämme eine Beeinträchtigung gegenüber den normalen Pflanzen auf. Besonders deutliche Unterschiede zeigten sich in der Struktur der Blätter. Die Polyploiden besitzen dunkelgrüne, steife, stark gewellte, sich hart anfassende Blätter. Die Fiederung ist unharmonisch, und es kommen Verwachsungen des Endblättchens mit anderen vor. Die Blütenstiele sind gestaucht, die Knospen dicker als bei normalen Pflanzen. Die Stolonenlänge ist verkürzt. Nach genauer Festlegung der Chromosomenzahlen werden sich die

Gründe für die bei zwei Stämmen auftretenden Störungen der Gesamtentwicklung ermitteln und genaue Feststellungen über die Ertragsverhältnisse der Polyploiden treffen lassen. In den mikroskopisch feststellbaren Merkmalen zeigen Vergrößerungen der Flächenausdehnung bei Epidermis- und Palisadenzellen und der Spaltöffnungsschließzellen die Polyploidie an. Die Pollengüte der Oktoploiden ist schlecht, die Fertilität gering. Schmidt

**Storck, A.,** Züchtungsfragen bei Gloxinia hybrida grandiflora hort. Züchter **13**, 169—184 (1941).

Die als „Gloxinie“ bezeichnete Topfpflanze, die sich von der brasilianischen Gesneriacee Sinningia speciosa Benth. et Hook. syn. Gloxinia speciosa Lodd. ableitet, erfreut sich wachsender Beliebtheit. Die Gründe dafür liegen in der Vereinfachung der Kulturmethoden und der Einführung raschwüchsiger, reich- und vollblühender Neuzüchtungen. In der Natur nicht bekannt und zum erstenmal bei einer nach ihrem Entdecker Fyfe benannten Sorte G. Fyfiana aufgetreten ist radiärer (pelorischer) Blütenbau, ein Merkmal, das auch von züchterischer Bedeutung geworden ist. Der Vf. untersuchte den Erbgang des Merkmalspaares zygomorpher-radiärer Blütenbau in Kreuzungen der kleinblütigen, zygomorphen Wildart S. speciosa mit pelorischen Kultursorten. Zygomorph ist dominant über radiär, und Spaltung in der $F_2$ nach 3 : 1 wurde wahrscheinlich gemacht. Weitere Untersuchungen erstreckten sich auf die Züchtung von früh- und reichblühenden radiärblütigen Sorten. Dieses Zuchtziel kann auf dem Wege der Kreuzung von reichblühenden mit wenig blühenden Sorten erreicht werden. Auch durch einfache Auslese der erwünschten Typen kann man Sortenverbesserungen erzielen. Eine im Handel als „crassifolia hybrida“ bezeichneten Sortengruppe zeichnet sich durch starke, dicke, mehr rundliche Blätter aus. In Rückkreuzungen aus der Bastardierung (S. speciosa × Rhein) × Rhein wurden Pflanzen mit typischen crassifolia-Merkmalen erhalten. Die zu den Kreuzungen verwendete Wildform von S. speciosa entspricht dem 1825 eingeführten Typ Gl. caulescens, und der Vf. nimmt daher an, daß die in den Sortimenten als crassifolia bezeichneten Formen aus Gl. caulescens entstanden sind. Da „Hängegloxinien“ ohne Wert sind, ist bei der Auslese der Pollenpflanzen und Samenträger auf kräftige, gestauchte Stengel zu achten, da Langstengeligkeit wahrscheinlich dominant ist. Bei der pelorischen Blütengestalt verdient die trichterförmige gegenüber der glockenförmigen den Vorzug. Schmidt

**Straib, W.,** Untersuchungen über die Rostresistenz des Flachses. Faserforschung **15**, 97—113 (1941).

Keiner der geprüften Faserflächse bleibt bei Infektion mit den europäischen Leinrostrassen im Keimpflanzenstadium resistent, nur einige südamerikanische Ölleinsorten sind nicht anfällig, werden aber von den dort vorkommenden Rassen des Pilzes infiziert. Die vorliegende Arbeit soll die Frage klären, ob die im Keimpflanzenstadium vorhandene Anfälligkeit im Gewächshaus in derselben Weise auch an älteren Pflanzen im Freiland besteht, ob also wie beim Weizen eine gewisse Feldresistenz gegen Rost vorhanden ist. 9 deutsche, 2 schwedische, 1 dänische Faserflachszuchtsorte und 2 bulgarische und 3 südamerikanische Ölleinsorten wurden in Gliesmarode und an 3 verschiedenen Stellen in Ostpreußen 1939 und 1940 in Aussaaten mit zeitlicher Staffelung geprüft. Infiziert wurde mit verschiedenen Rassen durch Einsetzen rostiger Pflanzen oder durch Bespritzen mit Sporenaufschwemmungen. Der Infektionserfolg wurde an der stark anfälligen Fangsorte Bayrischer Gebirgslein kontrolliert. Neben diesen Flachssorten wurden in einmaliger Aussaat 400 Flächse des Gliesmaroder Sortimentes und einige holländische Zuchtstämme von Tine Tammes untersucht. Die Beurteilung des Befalles erfolgt nach einer 6teiligen Skala nach der Dichte und Größe der Sporenlager. In allen Versuchen wurde festgestellt, daß einzelne Sorten, die stark blattanfällig sind, sich als in sehr verschiedenem Grade stengelresistent erwiesen. Blattresistente sind in der Regel auch stengelresistent. Die Stengelresistenz ist

offenbar weitgehend von der Spezialisierung des Pilzes unabhängig. Durch die Verwendung bzw. Züchtung stengelresistenter Sorten lassen sich die Rostpilzschäden stark herabsetzen. Frühreife Sorten zeigen Scheinresistenz, da sich der Flachsrost in Deutschland erst Ende Juli—Anfang August stärker ausbreitet. Von den untersuchten Zuchtsorten haben sich folgende als ± stengelresistent erwiesen: Concurrent, Svalöfs Herkules, Mathis Edel und Dahlemer Früh (Fasertypen) und Karnobat Nr. 9 (Öltyp). Hoffmann

**Stubbe, H.,** Die Gene von Antirrhinum majus IV. (Zur Angleichung der Antirrhinum-Nomenklatur an die Vorschläge der Nomenklatur-Kommission des VII. Internationalen Genetiker-Kongreß, Edinburgh 1939.) Z. indukt. Abstammungslehre **79**, 401—443 (1941).

Gegenüber den Ausführungen Knapps (vgl. vorstehendes Referat) gibt Vf. eine Darstellung der historischen Entwicklung der Antirrhinum-Genetik und Nomenklatur. Er zeigt, daß auch bei allen anderen genetischen Objekten Unstimmigkeiten in der Nomenklatur bestehen und daß versucht wurde, die Antirrhinum-Nomenklatur stets auf den Stand der neuesten Erkenntnisse zu bringen. Vf. lehnt den von Knapp vorgeschlagenen Standardtyp (Sippe 50) ab, und behält den bisherigen Standardtyp, der als reine Linie von ihm gezogen wird, bei; in den wesentlichsten Punkten ergibt sich jedoch Übereinstimmung der Ansichten der beiden Autoren. Die Bezeichnung der Gene wird nur in wenigen Fällen geändert, um den Vorschriften der Nomenklatur-Kommission zu genügen. Im Anschluß an die allgemeinen Ausführungen werden 99 neue Mutanten von Anthirrhinum beschrieben und ihr Symbol bekannt gegeben. Diese Mutanten entstammen dem experimentellen Material der letzten 5 Jahre des Vf. Insgesamt sind somit bisher 300 Mutanten beschrieben, die in einer alphabetischen Liste aufgeführt werden. Hoffmann

**Tavčar, A.,** Differenzmethode zur schnellen Bestimmung des Rohfettes im pflanzenzüchterischen Material. Züchter **13**. 145—147 (1941).

Nach einer Beschreibung der bekannten gravimetrischen Fettbestimmungsmethode, bei der das Fett im Soxhletapparat mit einem geeigneten Lösungsmittel extrahiert und nach Verdampfen des Lösungsmittels gewogen wird, schildert Vf. eine Abwandlung dieser Methode, die nach seinen Erfahrungen den Anforderungen der Pflanzenzüchtung weitgehend gerecht wird. An Stelle der direkten Wägung des extrahierten Öles schlägt er die auch schon von anderen Autoren angewandte Bestimmung des Extraktionsverlustes (Wägen des Materials vor und nach der Extraktion) vor. Dadurch wird es möglich, in einem Extraktionsapparat mehrere Proben nebeneinander zu extrahieren. Gleichzeitig müssen jedoch Wasserbestimmungen vorgenommen werden, da in der Gewichtsdifferenz außer dem Öl auch der Wassergehalt der Probe und der Extraktionshülse bzw. Filtrierpapierkapsel enthalten sind. Schwarze

**Tschermak-Seysenegg, E. v.,** Über einige selbst beobachtete Parallelvariationen der Samenschalenfarbe und Samenform bei Hülsenfrüchten. Züchter **13**, 73—77 (1941).

Es wird eine Zusammenstellung verschiedener Parallelvariationen bei einigen Leguminosenarten gegeben. Bei pisum sativum, Lens esculentum und Vicia faba treten auf den Hülsen blauviolette bzw. rosa Zeichnungen auf. Samenschalenfleckungen wurden bei Phaseolus vulgaris und Vicia faba minor beobachtet. Eine Schwarzfärbung der Nabelplatte findet sich bei den Samen von Pisum arvense, Vicia faba, Phaseolus vulgaris und Ph. multiflorus. Gleichartige Samenformen treten bei kleinkörnigen Formen von Lens esculentum, Vicia sativa und Pisum auf. Ein Verkleben der einzelnen Samen in den Hülsen findet sich bei Pisum, Phaseolus, Soja, Lens, Vicia und Astragalus. Auch Variationen in der Blütengröße, die mit der Größe der Samen in direkter Verbindung stehen, treten bei allen Hülsenfrüchten auf. Schröck

**Tschermak-Seysenegg, Erich v.,** Ein Leben für die Züchtung. Aus der Werkstatt eines alten Pflanzenzüchters. Odal **10**, 768—777 (1941).

Die Bedeutung Tschermaks für die Pflanzenzüchtung liegt nicht nur darin daß er als erster auf die Möglichkeiten hingewiesen hat, die die zielbewußte Ausnutzung der Mendelschen Gesetze für die züchterische Verbesserung der Kulturpflanzen bietet. Er selbst hat sich auch praktisch-pflanzenzüchterisch mit Erfolg betätigt und die Erkenntnisse der Vererbungsforschung in den Dienst der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Pflanzenzüchtung gestellt. In seinem 70. Lebensjahre gibt er einen Rückblick auf seine 43jährige, uneigennützige und stille Züchterarbeit, in dem sich ein gut Teil der Geschichte der Pflanzenzüchtung in unserem Jahrhundert überhaupt widerspiegelt. Am bekanntesten ist Tschermaks Tätigkeit auf dem Gebiete der Getreidezüchtung geworden. Hier ist die Verbesserung der Kwassitzer Hanna-Gerste zu nennen, ferner die Kombinationszüchtung mit der veredelten Hanna-Gerste als Ausgangsform. Ein besonderer Erfolg war die Züchtung einer ziemlich winterfesten zweizeiligen, hellkörnigen, feinspelzigen, frühreifen Wintergerste aus Kirsches Wintergerste × Hanna-Sommergerste × vierzeiliger Heines Riesen-Wintergerste. Beim Roggen wurde Veredlungsauslese beim Marchfelder Roggen durchgeführt. Spätere Versuche richteten ihr Ziel auf die Züchtung ertragreicherer Sommerroggen aus Kreuzungen von Sommermit Winterroggen und die Schaffung eines perennierenden Roggens für den Gebirgsbauern. Dessen Bedürfnissen kommt auch die Züchtung frühreifer Hafersorten entgegen. Gut eingeführt hat sich in der Ostmark der von Tschermak durch Veredlungsauslese gewonnene Marchfelder Weizen. Zahlreiche Kombinationszüchtungen wurden bei begrannten Winterweizen durchgeführt. Ein in der Qualität dem Marquis-Weizen nahekommender frühreifer begrannter Sommerweizen aus Znaimer × Tucson erfreut sich weiter Verbreitung. Besonders eingehend hat sich Tschermak bekanntlich mit Weizen-Roggen-Bastarden befaßt, und er verspricht sich von der Weiterbearbeitung seiner Stämme ein praktisch brauchbares Ergebnis. Großen Raum in Tchermaks Züchtungsarbeiten haben auch Leguminosen eingenommen. Bei der Erbse wurde eine Reihe wertvoller Neuzüchtungen gewonnen, so z. B. eine frühreife Victoriaerbse und Tschermaks frühe, alkazienblätterige Erbse, die aus der Kreuzung einer akazienblätterigen Vilmorinschen Form mit sehr frühen, rankenden Erbsen im Verfolg einer planmäßig durchgeführten, wiederholten Kombinationszüchtung in jahrelanger, mühevoller Arbeit entstand. Bei der Feuerbohne ist in absehbarer Zeit die Züchtung fadenloser, gelbhülsiger Formen durch Einkreuzung von Phaseolus vulgaris zu erhoffen. Bei Vicia faba gelang die Züchtung einer frühreifen Form mit ovalrunden, kleinkörnigen Samen mit licht gelbgrüner Testa. Durch Kombinationszüchtung wurde eine frühreife, großsamige Hellerlinse mit orangefarbigen Cotyledonen erzielt. Eine begrüßenswerte Neuzüchtung ist der rankenlose Ölkürbis mit schalenlosen Samen, der zweifellos Verbreitung als beachtenswerte Ölfrucht verdient. Auf dem Gebiete der Blumenzüchtung hat sich Tschermak vor allem mit Primeln, Azaleen, Akelei und Mimulus-Arten beschäftigt. Auf manchen seiner Arbeitsgebiete ist Hofrat v. Tschermak jahrelang durch ungünstige Arbeitsmöglichkeiten in der Durchführung seiner Versuchstätigkeit und ihrer Ausweitung stark beeinträchtigt worden. So war sein Züchterleben auch ein Kämpferleben, dessen reiche Ernte ihn unter die Klassiker der Pflanzenzüchter stellt. Schmidt

**Ullmann, W.,** Beobachtungen über den Erdbeerklee oder Friesischen Klee (Trifolium fragiferum L.), seine Anbau- und Zuchtmöglichkeiten sowie die Bedeutung und landwirtschaftliche Verwendung im Großdeutschen Reich. Forschungsdienst **11**, 533—548 (1941).

Nach einem Überblick über die Ansprüche, die der Erdbeerklee an Boden und Klima stellt, sowie über die Technik des Anbaues und der Samengewinnung, bringt der Vf. als Grundlage für die Züchtung eine systematische Einteilung der verschiedenen Formenkreise, wobei zwischen mitteleuropäischen, mittelmeerischen und australischen Formen unterschieden wird. Die Variabilität aller Formen ist

sehr groß, so daß sich für eine züchterische Bearbeitung gute Möglichkeiten bieten. Züchtungsversuche größeren Maßstabes sind vor allem in Australien, nach dem Weltkrieg auch in England durchgeführt worden. In der Ukraine wird der Erdbeerklee seit 1935 züchterisch bearbeitet, in Turkestan seit 1928. Hier ist es vor allem seine Verträglichkeit für hohe Salzkonzentrationen, die ihn als Futterpflanze wertvoll machen. Auch in Kasakstan ist der Anbau schon ziemlich verbreitet. In den USA. interessieren sich verschiedene Zuchtstationen für den Erdbeerklee, auch in Südamerika ist man auf diese Kleeart aufmerksam geworden. In Deutschland wurden am Institut für Pflanzenbau in Leipzig seit 1935 Anbauversuche durchgeführt, vor allem im Hinblick auf die Dürrefestigkeit und Hitzebeständigkeit. In beiden Eigenschaften erwies sich der Klee als sehr gut. Die Massenleistung war jedoch nicht befriedigend, nur eine Herkunft aus Bukarest zeichnete sich durch größere Wuchsfreudigkeit aus. Es wurde eine Auslese aus ihr begonnen. In allen Eigenschaften war eine große Variabilität festzustellen. Da der Erdbeerklee selbstfertil ist, ist die züchterische Auslese wahrscheinlich nicht schwierig. Kreuzung mit andern Kleearten ist bisher nicht gelungen. Die Chromosomenzahl beträgt $2n = 16$. Erdbeerklee enthält in der Blüte 25% Eiweiß, 3,20% Fett, 18,51% Rohfaser und 35,5% Kohlehydrate in der Trockensubstanz. Zuchtziele sind vor allem Hebung der Erträge an Grünmasse, aber auch an Samen, Verstärkung der Ausläuferbildung, Steigerung der Salzverträglichkeit und der Verträglichkeit für Überschwemmung, letztere beiden Zuchtziele für Spezialverhältnisse, z. B. auf eingedeichten Ländereien. Hackbarth

**Ullrich, H.,** Zur Frage der Entwicklung der Pflanzen bei ausschließlich künstlicher Beleuchtung. I. Mitteilung. Bericht über die Benutzung von Osram-Hg-Mischlicht und Leuchtstofflampen HNR 100 bei etwa 2400 Lux. Ber. dtsch. bot. Ges. **59**, 195—232 (1941).

HNR-Licht, das praktisch kalt ist, ist besser geeignet als Hg-Mischlicht, das noch viel Wärmestrahlen enthält, wenn auch weniger als normales Glühlicht. Die Vergeilung aller Versuchspflanzen war unter HNR-Licht bedeutend geringer. 2500 Lux/m² genügen für normales Wachstum bei Phaseolus, Kartoffel, Antirrhinum. Für lichtanspruchsvollere Pflanzen wie z. B. Gerste, Lupinen, Soja ist diese Lichtmenge nicht ausreichend. Größere Lichtintensitäten lassen sich nur bei HNR-Licht verabreichen, da bei Hg-Mischlicht die Wärmeentwicklung zu groß wäre und besondere Vorrichtungen für die Kühlung notwendig machen würde. Bei Verwendung von HNR-Licht ist die Wärmeentwicklung auf ein Minimum beschränkt, so daß die Leuchtröhren nur handwarm werden. Die Versuche haben für die künstliche Kultur von Pflanzen im Gewächshaus zwecks Erzielung mehreer Generationen im Jahr große Bedeutung, Hackbarth

**Veh, Robert v.,** Über Dorsiventralität der Blüten von Melandryum album Garcke und das „Platzen" der Nelken. Züchter **13**, 5—19 (1941).

Das „Platzen" der Knospen bei den gefüllten Gartennelken läßt sich auf zwei Ursachen zurückführen, einmal auf das Unterbleiben der Streckung und des epinastischen Wachstums der Kelchblätter und dann auf die geotropisch verursachte Dorsiventralität der Blumenkrone. Als vergleichende Untersuchung studierte der Vf. die Dorsiventralität der Blüten bei der Lichtnelke Melandrium album. Hierbei ergaben sich grundlegende Unterschiede. Bei beiden Arten ist die Dorsiventralität ein Ausdruck von Wachstumsvorgängen, die sich bei der Entfaltung der Blüten abspielen. Die Analyse dieser Vorgänge und der sie beeinflussenden Faktoren kann zur Beherrschung der Möglichkeiten einer Züchtung nichtplatzender gefüllter Gartennelken führen. Schmidt

**Wetzel, K.,** Grundriß der allgemeinen Botanik. Berlin: Walter de Gruyter & Co. 1940. 356 S., 4 Taf. u. 364 Abb. RM 15,—.

Das vorliegende Lehrbuch weicht in Anlage und Durchführung in verschiedener Hinsicht vom Herkömmlichen ab. Der Vf. hat auf eingehende Behandlung spe-

zieller Teilgebiete verzichtet und dafür allgemeine biologische Grundprobleme so ausführlich besprochen, daß die erworbenen Kenntnisse als Grundlage für spezielle Gebiete Anwendung finden können, wie sie in der angewandten biologischen Wissenschaft in der Regel vorkommen. Neben der Erläuterung der Begriffe werden vor allem die Probleme der allgemeinen Botanik nach dem heutigen Stand der Forschung behandelt, wodurch eine Lebendigkeit erzielt wurde, über die nur wenige Lehrbücher verfügen. Morphologie und Anatomie werden weitgehend unter den Entwicklungsgedanken gestellt. Der Physiologie als bindendes Glied zwischen allen biologischen Teilwissenschaften ist ein breiterer Raum zugestanden worden. In der Stoffwechselphysiologie werden praktische und wirtschaftlich wichtige Erscheinungen eingehend behandelt. Der Entwicklungsphysiologie, in der vor allem auch die Keimstimmung besprochen wird, folgt die etwas sehr gedrängte Darstellung der Vererbungslehre. Das Kapitel der Physiologie der Bewegungen bildet den Abschluß. Das Buch ist in erster Linie für Studierende der angewandten biologischen Wissenschaften gedacht. Es wird sich aber darüber hinaus auch unter allen denen viele Freunde erwerben, die sich über allgemeine botanische Probleme unterrichten wollen. Stelzner

**Zimmermann,** Die Aufgaben der Rebenzüchtung in Baden. (Vortrag, gehalten auf der Weinbautagung des Forschungsdienstes, Freiburg 1940.) Forschungsdienst **11**, 631—635 (1941).

Im Rahmen der Arbeiten der 1937 gegründeten „Reichsrebenzüchtung“ fallen der Rebenzüchtungsstation in Freiburg (Br.) eine Reihe spezieller Aufgaben für den badischen und darüber hinaus für den gesamtdeutschen Weinbau zu. Sie sind in erster Linie als Teilarbeiten anzusehen an dem so wichtigen Problem der Schaffung von gegen Plasmopara viticola und andere pilzliche Parasiten sowie Phylloxera vastatrix und Ph. vitifolii resistenten neuen Rebenrassen, die als Unterlagen oder qualitativ hochwertige Edelreiser bzw. im ungepfropften Zustand benutzbare Qualitätsreben Verwendung finden sollen. Vf. betont, daß bis zu dem Zeitpunkt, da derartige neue Rebenformen dem Winzer zur Verfügung gestellt werden können, noch ein längerer Zeitraum verstreichen wird, zumal vorher noch eine eingehende Prüfung auf ihre weinbauliche Eignung durch den Reichsnährstand durchlaufen werden muß. Bis dahin darf die Versorgung des Winzers mit wertvollem Pflanzgut aus altbekannten Kulturrassen keineswegs vernachlässigt werden. Die Anregung bzw. wissenschaftliche Betreuung von von privater Seite zu betreibender klonenzüchterischer Bearbeitung dieser Viniferarassen gehört daher mit zu dem Aufgabenkreis der Reichs-Rebenzüchtungsstation in Baden. Vf. gibt einen Einblick in einige Teilfragen der Klonenzüchtung, u. a. z. B. auch in die Zusammenhänge zwischen dieser und der Affinität von Pfropfsymbionten. — Weiter interessieren den Rebenzüchter somatische Mutationen, die sich auf die verschiedensten Charaktere, wie Blattform, Beerenform und -farbe, Traubengröße, Resistenz gegen Frost und Parasiten usw. beziehen können. Größere Erfolge, als sie durch die Auslese somatischer Mutanten in Aussicht stehen, sind nach Ansicht des Vf. durch planmäßige Kombinationszüchtung zu erzielen. Daher werden in Freiburg wie auf sämtlichen anderen Stationen der „Reichsrebenzüchtung“ alljährlich Kreuzungen in größerem Umfange durchgeführt, die heute in erster Linie resistenzzüchterischen Zielen dienen. Daneben werden Selbstungsaussaaten von Kulturrassen und -klonen für die Erbanalyse in erster Linie hinsichtlich der Ertragsfaktoren durchgeführt. Das weitausgedehnte badische Weinbaugebiet mit seinen, geologisch und klimatisch gesehen, so unterschiedlichen Bedingungen stellt der Rebenzüchtung ferner noch besondere Aufgaben, z. B. die Ausarbeitung einer Methode der Analyse und Auslese auf Bodenverträglichkeit bereits im frühesten Sämlingsstadium. Die Lösung gerade dieses Problems wäre von nicht zu unterschätzender Bedeutung, um den heute schon bestehenden „Reichsprüfgärten auf Bodenverträglichkeit“ in absehbarer Zeit geeignetere Rebenneuzuchten zuführen zu können als bisher. Scherz

# Sachregister

Halbfette Seitenzahlen bezeichnen Original-Arbeiten. — Gewöhnliche Seitenzahlen bezeichnen Referate

# Autorenregister

Halbfette Seitenzahlen bezeichnen die Autorennamen der Original-Arbeiten. — Gewöhnliche Seitenzahlen bezeichnen die Autorennamen der Referate